



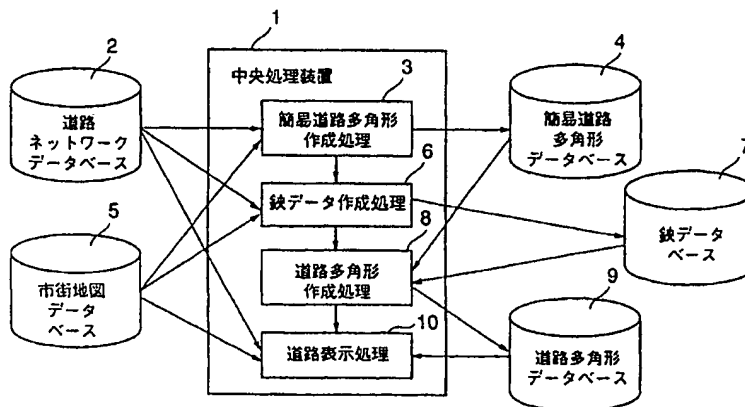
(51) 国際特許分類7 G06T 1/00		A1	(11) 国際公開番号 WO00/43953
		(43) 国際公開日 2000年7月27日(27.07.00)	
(21) 国際出願番号 PCT/JP00/00248		(72) 発明者；および (75) 発明者／出願人（米国についてのみ） 網田純也(AMITA, Junya)[JP/JP] 服部弥平次(HATTORI, Yaheiiji)[JP/JP] 小林大樹(KOBAYASHI, Hiroki)[JP/JP] 〒803-0846 福岡県北九州市小倉北区下道津1丁目1番10号 株式会社ゼンリン内 Fukuoka, (JP) 岸川喜代成(KISHIKAWA, Kiyonari)[JP/JP] 〒231-0015 神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社内 Kanagawa, (JP)	
(22) 国際出願日 2000年1月20日(20.01.00)		(74) 代理人 弁理士 上村輝之, 外(KAMIMURA, Teruyuki et al.) 〒130-0022 東京都墨田区江東橋1丁目8番3-702号 Tokyo, (JP)	
(30) 優先権データ 特願平11/15372 1999年1月25日(25.01.99) JP 特願平11/189974 1999年7月5日(05.07.99) JP		(81) 指定国 CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE)	
(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について） 株式会社 ゼンリン(KABUSHIKI KAISYA ZENRIN)[JP/JP] 〒803-0846 福岡県北九州市小倉北区下道津1丁目1番10号 Fukuoka, (JP) 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社 (HITACHI SOFTWARE ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP] 〒231-0015 神奈川県横浜市中区尾上町6丁目81番地 Kanagawa, (JP)		添付公開書類 国際調査報告書	

(54)Title: DEVICE AND METHOD FOR CREATING AND USING DATA ON ROAD MAP EXPRESSED BY POLYGONS

(54)発明の名称 多角形で表現された道路地図データの作成と利用のための装置と方法

(57) Abstract

Data on roads and intersections expressed by polygons properly agreeing with the complex shapes of roads on a city map is automatically created. In a simple polygon forming processing (3), the line segments of road network data (2) where the roads are modeled to line segments are expanded in the direction of the road width, and simple road polygon data (4) on roads having widths a little thicker than those of the road widths of city map data (5). In a scissors data creating processing (6), shape lines near roads are connected from the city map data (5), and thereby scissors data (7) defining the outlines of roads is created. In a road polygon creating processing (9), simple road polygons are trimmed along the road outlines, and road polygon data (9) well agreeing with the road shapes on the city map data is created.



2...ROAD NETWORK DATABASE

5...CITY MAP DATABASE

1...CENTRAL PROCESSING UNIT

3...SIMPLE ROAD POLYGON CREATING PROCESSING

6...SCISSORS DATA CREATING PROCESSING

8...ROAD POLYGON CREATING PROCESSING

10...ROAD DISPLAY PROCESSING

4...SIMPLE ROAD POLYGON DATABASE

7...SCISSORS DATABASE

9...ROAD POLYGON DATABASE

(57)要約

発明の目的は、市街地図上の複雑な道路形状に正確に一致する多角形で道路や交差点が表現された道路データを自動作成することにある。簡易多角形作成処理 3 で、道路を線分にモデル化した道路ネットワークデータ 2 の各線分を幅員方向に膨張させて、市街地図データ 5 の道路幅よりも若干太い幅をもつ簡易道路多角形データ 4 を生成する。次に、欠データ作成処理 6 で、市街地図データ 5 から道路付近の形状線を連結して、道路の輪郭線を規定する欠データ 7 を作成する。次に、道路多角形作成処理 9 で、欠データが規定する道路輪郭線に沿って簡易道路多角形をトリミングすることにより、市街地図データ上の道路形状に良好に一致した道路多角形データ 9 を作成する。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	DM	ドミニカ	KZ	カザフスタン	RU	ロシア
AG	アンティグア・バーブーダ	DZ	アルジェリア	LC	セントルシア	SD	スーダン
AL	アルバニア	EE	エストニア	LI	リヒテンシュタイン	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	ES	スペイン	LK	スリ・ランカ	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SI	スロヴェニア
AU	オーストラリア	FR	フランス	LS	レソト	SK	スロヴァキア
AZ	アゼルバイジャン	GA	ガボン	LT	リトアニア	SL	シエラ・レオネ
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GE	グルジア	MC	モナコ	TD	チャード
BF	ブルキナ・ファソ	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ	TG	トーゴ
BG	ブルガリア	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TJ	タジキスタン
BJ	ベナン	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	GR	ギリシャ		共和国	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	GW	ギニア・ビサオ	ML	マリ	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	HR	クロアチア	MN	モンゴル	TZ	タンザニア
CF	中央アフリカ	HU	ハンガリー	MR	モーリタニア	UA	ウクライナ
CG	コンゴ	ID	インドネシア	MW	マラウイ	UG	ウガンダ
CH	スイス	IE	アイルランド	MX	メキシコ	US	米国
CI	コートジボアール	IL	イスラエル	MZ	モザンビーク	UZ	ウズベキスタン
CN	カメルーン	IN	インド	NE	ニジェール	VN	ヴェトナム
CR	コスタ・リカ	IS	アイスランド	NL	オランダ	YU	ユーゴスラヴィア
CY	キプロス	IT	イタリア	NO	ノールウェー	ZA	南アフリカ共和国
CZ	チェッコ	JP	日本	NZ	ニュージーランド	ZW	ジンバブエ
DE	ドイツ	KE	ケニア	PL	ポーランド		
DK	デンマーク	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
		KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
		KR	韓国				

明 細 書

多角形で表現された道路地図データの作成と利用のための装置と方法

技 術 分 野

本発明は、道路地図データを扱う地図画像処理技術に関わり、特に道路データの作成装置及び方法に関する。

技 術 背 景

電子的な地図画像データをコンピュータを用いて画面に表示する電子地図技術は、カーナビゲーションを始め様々なアプリケーションで活用されている。さて、地図一般において、道路を表示する場合、広域地図のような小縮尺の地図では、道路はその幅員を無視した単なる線として描いて問題はない。しかし、詳細市街地図のような大縮尺の地図では、道路は正確な幅員をもった領域として表示される必要がある。当然、電子地図においても、道路に幅員を持たせて表現するための道路データの作成方法や表示方法が色々と開発されている。例えば、特開昭62-80774号公報、特開平4-303271号公報、特開平4-303272号及び特開平6-83931号公報に記載のものなどが知られている。

特開昭62-80774号公報に記載の図形処理装置は、幅員をもつ道路地図を作成する際に、人が道路輪郭を構成する直線を1本ずつ設定し描画するという面倒をなくすために、人が始点と終点と道幅を設定す

ると、その始点から終点へ道幅相当の間隔をもって走る平行線のペアを描画し、且つ、或る平行線ペアが他の平行線ペアと交差する場合には、その交点部分で平行線を自動的に消去する。従って、交差点を含む幅員をもった道路地図が簡易に作成できる。

特開平 4-303271 号公報に記載の装置は、人が道幅を設定してカーソルで基準線を描くと、その基準線に沿って道幅相当の間隔をもって走る平行線のペアを描画する。

特開平 4-303272 号公報に記載の装置は、平行直線のペアとしてそれぞれ表現された 2 つの道路同士が角度をもって部分的に重なり合うとき、その重なり部分で平行線を修正して曲がり角を描画する。

特開平 6-83931 号公報に記載の装置は、平行線ペアでそれぞれ表現された 2 つの道路同士を連結する場合に、平行直線のペアと弧状線とを用いて道路間の連結部分を描画する。

このように、従来技術によれば道路データは平行線のペアによって表現されている。しかし、実際の道路形状は非常に複雑であり、平行線ペアだけではこれを正確に表現することは到底できない。特に、中央分離帯や歩道や車線等を正確に描いた極めて大縮尺の詳細市街地図では、従来の平行線ペアを用いた道路データの作成技術は全く役に立たない。

さらに電子化された市街地図において、道路を色又はテクスチャで自動的に塗りつぶせるようにしたいという要求がある。紙ベースの市街地図では、道路を他の領域とは異なる色で着色することで見易くしたものが存在し、電子地図でも道路が特定色で塗りつぶされていれば当然に見易い。道路の塗りつぶしを自動的に行うためには、道路が閉ループの多角形データで表現されていなければならない。しかし、従来の道路データは平行線や弧状線などの単なる線分の集まり過ぎないから、道路の塗

りつぶしを自動的に行うことはできない。従って、従来の電子的な市街地図では、多角形で表現された建物などは特定色で塗られているが、道路は単にその輪郭線が描かれているだけであって、特別の着色はなされていない。

また、電子地図は、縮尺の変更や、経路探索などの便利な機能を提供することができる。例えば、カーナビゲーション装置で経路探索を行なって地図上に経路を表示した上で、その経路に沿って自動車を走らせつつ、高速道路を走行中は小縮尺の広域地図を表示しておき、市街地に入ると大縮尺の市街地図に表示を切替えるというような使い方ができる。この場合、探索された経路が例えばA道路を通っているならば、広域地図上でも市街地図上でも、同じA道路に経路が表示されていなければならない。そのためには、広域地図上の各道路と、市街地図上の同じ道路とが論理的に関連付けられている必要がある。一般に、広域地図では、道路は単純な線として表示すればよいから、道路データは交差点をノードとし道路をノード間を結ぶベクトルデータで表現した道路ネットワークデータである。一方、市街地図では、道路データは上述のように道路の輪郭を示す平行線ペアや弧状線などの道路輪郭線分データの集合である。従来は、市街地図上の交差点の中心座標を、広域地図の道路ネットワークデータのノードに対応付けることで、市街地図上の道路と広域地図上の道路とを関連付けている。しかし、その結果、探索された経路は、市街地図上でも交差点の中心点間を結んだ折れ線で単純に表現され、これでは、道路形状を詳細に示した市街地図の利点を十分に生かしているとは言えない。

従って、本発明の目的は、複雑な道路形状に正確に一致する道路データを自動作成することにある。

本発明の別の目的は、幅員をもった道路を塗りつぶせるよう多角形データを用いた道路データを自動作成することにある。

本発明の更に別の目的は、広域地図で用いられる道路ネットワークデータと関連付けて、市街地図用の道路形状を正確に表した道路データを自動作成することにある。

本発明の更にまた別の目的は、上記目的を達成するための実用的な技術を開発する上で発生してくる、後述するような幾つかの具体的な技術的問題を解決することにある。

発 明 の 開 示

本発明に従う道路データ作成装置は、(1)交差点をノードとし道路をノード間を結ぶリンクにモデル化した道路ネットワークデータから、市街地図データ上の幅員をもった道路を内包する簡易道路多角形を生成し、(2)市街地図データから道路の輪郭線を規定する缺データを作成し、そして、(3)缺データが規定する輪郭線に沿って簡易道路多角形をトリミングすることにより、市街地図データ上の道路形状に整形された道路多角形データを作成する。結果として、市街地図上の複雑な形状をもった道路が多角形として表現される。

好適な実施形態では、簡易道路多角形を作成する際、一つのリンクについて独立した複数の簡易道路多角形が作成された場合、それら複数の簡易多角形を道路の外形に相当する外形多角形と、道路の中抜き面に相当する中抜き多角形とに識別する。これにより、中抜き面をもった閉ループ様の形状の道路も良好に多角形化できる。

好適な実施形態では、道路ネットワークデータのノードとリンクを市

街地図データ上の道路の幅員よりも大きく膨張させることにより、市街地図上の道路を内包する簡易道路多角形を作成する。その際、ノードはリンクよりも大きく膨張させる。また、リンクの屈曲点も大きめに膨張させる。これにより、交差点や道路の曲がり角のような多少面積の広めの場所も確実に内包した簡易道路多角形が作成される。このように道路を完全に内包した簡易道路多角形を作成した上で、これを道路の輪郭線を示す欠データでトリミングして余分な部分を削除することにより、道路の輪郭形状と良好に一致する道路多角形が得られる。

好適な実施形態では、欠データを作成する場合、市街地図データ上の道路付近の形状線を選び出し、選び出した形状線のうち端点が互いに一致又は近接している形状線同士を連結し、連結により得られた線分データを欠データとする。これにより、道路輪郭線を良好に示した欠データが得られる。

好適な実施形態は、整形された道路多角形データから、複数の車線を表す複数の車線多角形データを作成する車線データ作成部と、上記車多角形データの各々の内部に誘導線を設定する誘導線設定部とを更に備える。

好適な実施形態は、前記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要が生じたとき、前記一部の地域にのみ含まれる道路について前記整形された道路多角形データを動的に作成する。

本発明に従う道路地図表示装置は、表示しようとする道路の各々を多角形で表現した道路多角形データを含む多角形道路地図データと、上記道路多角形データを用いて前記道路を表示する表示部とを備える。

この道路表示装置の好適な実施形態では、多角形道路地図データは、

道路内の各車線を多角形で表現した車線多角形データと、各車線内に設定された誘導線を表す誘導線データと更に含み、上記表示部は、道路を表示するだけでなく、上記車線多角形データを用いて道路内の各車線をも表示し、更に、上記誘導線データを用いて、選択された一つの車線内に位置した誘導マークをも表示する。

この道路表示装置の好適な実施形態は、道路ネットワークデータと、市街地図データと、上記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要が生じたとき、道路ネットワークデータと市街地図データとに基づいて、表示すべき地域にのみ含まれる道路について道路多角形データを動的に作成する道路多角形データ作成部とを更に備える。

本発明に従う交差点多角形の作成装置は、交差点を表すノードと交差点間の道路を表すノード間のリンクとを持つ道路ネットワークデータと、地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市街地図データとを受ける。そして、この装置は、道路ネットワークデータを市街地図データに投影し、道路ネットワークデータの注目ノードを内包する所定の検索領域を市街地図データ上で決定し、決定した検索領域内において、所定の位置的条件を満たすように位置する前記形状要素点を検索する。次に、この装置は、検索した形状要素点を用いて、注目ノードについての交差点多角形データを作成する。この装置によれば、道路ネットワークデータと線分ベースの市街地図データとから、交差点多角形データを自動的に作ることができる。作成された交差点多角形データは、道路ネットワークデータにノードへのデータ関連を必然的に有する。

好適な実施形態では、この装置は、上記検索領域を決定した後、注目

ノードに接続するリンクを用いてその検索領域を複数のサブ検索領域に分割し、サブ検索領域の各々に対して固有の固有位置的条件を位置的条件として決定する。そして、この装置は、サブ検索領域の各々において、固有位置的条件を持たず前記形状要素点を検索し、それら複数のサブ検索領域で検索した形状要素点を集めて交差点多角形データを作成する。各サブ領域は交差点の各コーナ部の形状要素点を含んでいる。注目ノードと各コーナ部との位置関係は各コーナ部毎に異なるので、各サブ領域毎に各コーナ部に適合した固有の位置的条件を決定することによって、各コーナ部の形状要素点を的確に抽出できる。よって、正確な交差点多角形データが得られる。

好適な実施形態では、この装置は、前記検索領域内の複数のサブ検索領域の各々において、形状要素点の中で注目ノードに最も近い最近点を決定し、そして、注目ノードと最近点までの第1の距離と、第1の距離に所定の許容幅を加えた第2の距離との間の距離範囲だけ注目点から離れているバンド領域を設定する。そして、この装置は、各サブ検索領域において、そのバンド領域内に存在する形状要素点だけを、交差多角形を構成する点としてピックアップする。この方法により、高い精度で正確な交差点多角形が得られる。

好適な実施形態では、この装置は、市街地図データがカバーする市街地図領域をそれぞれ多数の小さいセルに分割し、それらのセルの中から、注目ノードに対応する位置に近接する少なくとも1個のセル（例えば、注目ノードが位置するセルと、それに隣接するセル）を対象セルとして選択し、この対象セル内で上記検索領域を決定する。この方法により、各交差点多角形作成処理で扱うデータの量が削減され、計算機の負担が軽減する。

好適な実施形態では、この装置は、更に、道路多角形データを持つ道路地図データを受け、そして、その道路多角形データと上述した交差点多角形データとが重複する領域をもつ場合には、その交差点多角形データを用いて道路多角形データから前記重複領域を除去して、交差点多角形データと重複しない純粋な道路多角形データを作成する。

好適な実施形態では、この装置は更に、交差点多角形データから、複数の道路に接する複数の接線を決定し、決定した複数の接線の中から2本の接線を抽出する。そして、この装置は、交差点多角形データがカバーする多角形領域内で、抽出した2本の接線同士を滑らかに結ぶ略セクタ状又は略矩形状の誘導用交差点多角形を作成する。

本発明に従う別の道路地図表示装置は、道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを持つ道路地図データを受け、この道路地図データから、表示しようとする複数の道路の道路多角形データと、それら複数の道路を繋げるための誘導用交差点多角形データとを選択して、選択した道路多角形データと誘導用交差点多角形データを用いて、上記道路及び交差点表示する。

本発明のまた別の道路地図表示装置は、道路多角形データと交差点多角形データとを持つ道路地図データを受け、また、渋滞列の終端位置を示す渋滞情報を受ける。そして、この装置は、道路地図データから、渋滞列の終端位置が存在する道路又は交差点についての道路多角形データ又は交差点多角形データを選択し、選択した道路多角形データ又は交差点多角形データを前記終端位置で上流側領域部分と下流側領域部分とに分割する。そして、この装置は、分割した道路多角形データ又は交差点多角形データの下流側領域と、この下流側領域よりも渋滞列に沿って下流に存在する道路及び交差点についての道路多角形データ及び交差点多

角形データを用いて、渋滞列の存在する道路及び交差点の領域を表示する。これにより、交通渋滞になっている道路の領域を正確に表示できる。

本発明のコンピュータ読取可能なデータ記録媒体は、道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータを格納している。

このポリゴン道路ネットワークデータを用いることで、コンピュータの地図アプリケーションは、市街地図に描かれている道路や交差点と形状及び位置が良好に一致したポリゴン道路地図画像を作成して表示することができるようになる。加えて、地図アプリケーションは、上記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて経路探索又はマップマッチングなどの処理を行う場合、従来の道路ネットワークデータを用いた従来の経路探索又はマップマッチングのアルゴリズムの基本部分を利用することができる。

本発明の更に別の地図画像表示装置は、上述したポリゴン道路ネットワークデータと、このポリゴン道路ネットワークデータを受け、交差点を表現した多角形と道路を表現した多角形とからなるポリゴン道路画像を作成し表示する表示部とを備える。

好適な実施形態では、この道路地図表示装置は、更に市街地図データを備え、上記表示部が、その市街地図データを用いて市街地図画像を作成し、その市街地図画像に上記ポリゴン道路画像を重ねて表示する。また、表示部は、上記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて経路探索又はマップマッチングなどの処理を行う機能をもつ。

本発明は典型的にはコンピュータを利用して実施することができるが、そのためのコンピュータプログラムは、各種ディスク型ストレージ、半導体メモリ、通信ネットワーク信号などの各種媒体を用いてコンピュータにインストール又はロードすることができる。本発明は、1台のコンピュータで実施することばかりでなく、複数台のコンピュータを用いた分散処理によって実施することができる。

図面の簡単な説明

図1は、家枠や歩道形状等々の詳細に描かれた市街地図データの例を示す図。

図2は、交差点をノードとし道路をノード間を結ぶ方向付きベクトルにモデル化して持つ道路ネットワークデータの例を示す図。

図3は、本発明の原理に従って完成した道路多角形データを、市街地図データに重ねて表示した例を示す図。

図4は、本発明の一実施形態にかかる道路多角形作成装置のシステム構成を示すブロック図。

図5は、簡易道路多角形作成処理の手順を示す説明図。

図6は、道路幅員を測る方法を示す説明図。

図7は、要素多角形の領域和を計算する手順を示す説明図。

図8は、外形多角形と中抜き多角形を示す説明図。

図9は、欠データ作成処理の手順を示す説明図。

図10は、3本以上の線分が近接する場合の欠データの作成方法を示す説明図。

図11は、道路多角形作成処理の手順を示す説明図。

図 1 2 は、道路多角形による交差点の表現を示す図。

図 1 3 は、道路多角形と交差点多角形を用いたルート誘導の例を示す図。

図 1 4 は、本発明の別の実施形態にかかる道路多角形作成装置の概略構成を示すブロック図。

図 1 5 は、市街地図と道路ネットワーク地図の座標空間における不一致を説明する図。

図 1 6 は、道路ネットワークデータを市街地図データへ投影した図。

図 1 7 は、セル分割を説明する図。

図 1 8 は、対象セルを説明する図。

図 1 9 は、道路ネットワーク地図と市街地図を重ねた状態での形状要素点の検索を説明した図。

図 2 0 は、 $\theta 1$ のセクタ S 1 での検索を説明した図。

図 2 1 は、セクタ S 1 内の最小距離を持つ要素点を見つける為のテーブルを示す図。

図 2 2 は、交差点多角形を構成する要素点を説明する図。

図 2 3 は、交差点多角形を構成する要素点を蓄積したテーブルを示す図。

図 2 4 は、全てのセクタから交差点多角形を構成する要素点を検索した結果を示す図。

図 2 5 は、交差点多角形が完成を示す図である

図 2 6 は、道路多角形と交差点多角形の重なりを示す図。

図 2 7 は、交差点多角形と重ならない純粋な道路多角形を示す図。

図 2 8 は、道路多角形と交差点多角形との接線を示す図。

図 2 9 は、実際の接線と仮想の接線の関係を説明した図。

図 3 0 は、2つの仮想接線から、誘導用交差点多角形の一つの輪郭線となる円弧を作る方法を説明した図。

図 3 1 は、図 3 0 に示した円弧を用いて作った誘導用交差点多角形を示す図。

図 3 2 は、ほぼ平行な 2 本の仮想接線から誘導用交差点多角形を作る方法を説明した図。

図 3 3 は、四差路交差点の場合に作成される 6 種類の誘導用交差点多角形を示す図。

図 3 4 は、従来のルート誘導の表示例と、誘導用交差点多角形を利用したルート誘導の表示例とを示した図。

図 3 5 は、渋滞を通知する情報の内容を説明した図。

図 3 6 は、渋滞列の終端の位置を決める方法を説明した図。

図 3 7 は、渋滞列を表示した例を示す図。

図 3 8 は、車線別に渋滞列を表示した例を示す図。

図 3 9 は、純粋道路内に車線ポリゴンを作成する第 1 のステップを示す図。

図 4 0 は、純粋道路内に車線ポリゴンを作成する第 2 のステップを示す図。

図 4 1 は、純粋道路内に車線ポリゴンを作成する第 3 のステップを示す図。

図 4 2 は、純粋道路内に車線ポリゴンを作成する第 4 のステップを示す図。

図 4 3 は、交差点内の直進用車線ポリゴンの例を示す図。

図 4 4 は、交差点内の左側通行の左折用の車線ポリゴンの例を示す図。

図 4 5 は、交差点内の左側通行の右折用の車線ポリゴンの例を示す図。

図 4 6 は、カーナビゲーション装置で動的にポリゴン地図データを作成する際のポリゴン化対象の地域的範囲をどこに限定するかという点の原理を示した図。

図 4 7 は、停止時または超低速走行時のポリゴン作成対象地域の選定方法を示す図。

図 4 8 は、中速走行時のポリゴン作成対象地域の選定方法を示す図。

図 4 9 は、高速走行時のポリゴン作成対象地域の選定方法を示す図。

図 5 0 は、本発明の一実施形態にかかる道路地図表示装置を示すブロック図。

図 5 1 は、交差点及び道路の形状をポリゴンで表現したポリゴン道路ネットワークデータの構造を示す図。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の一実施形態を図面を参照して具体的に説明する。

図 1 は、家枠や歩道形状などが詳細かつ正確に描かれた市街地図の一例を示している。図 2 は、交差点をノードとし道路をノード間を結ぶ方向付きベクトル（リンク）にモデル化して表現した道路ネットワークデータの一例を示している。

本発明の原理に従えば、図 2 に示したような道路ネットワークデータを図 1 に示したような市街地図に重ね合わせて以下に詳述するような処理を行うことにより、市街地図の道形形状を良好に再現した道路多角形データを生成することができる。図 3 は、そのようにして完成した道路多角形データをハッチングで塗りつぶした上で、図 1 に示した市街地図データに重ねて表示した例を示している。図 3 から分かるように、市街

地図の複雑な道路形状に精度良く一致した道路多角形データが得られている。しかも、図示のように、道路の塗りつぶしが可能であるから、見やすい市街地図が提供できる。また、図2に示した道路ネットワークデータの各道路（交差点間のリンク）を、図3にハッチングで塗りつぶして示した道路多角形データの各道路多角形（交差点から交差点までの道路多角形）に1対1で関連付けることができる。その結果、例えば経路探索を行った場合、探索された経路を、市街地図上で、従来のような交差点中心を結ぶ単純な折れ線ではなく、塗りつぶされた道路それ自体で表現することができる。

図4は、本発明の一実施形態にかかる道路データ作成装置のシステム構成を示す。

この道路データ作成装置は、典型的にはプログラムされた汎用的なコンピュータである。このコンピュータの中央処理装置1は、プログラムに従って簡易道路多角形作成処理3、缺データ作成処理6、及び道路多角形作成処理8を行う。このコンピュータの記憶装置上には、原料データとして、図2に例示したような交差点と道路をノードとリンクでモデル化した道路ネットワークデータを保存した道路ネットワークデータベース2と、図1に例示したような家枠や歩道形状等が詳細に描かれた市街地図データを保存した市街地図データベース5とが格納されている。

中央処理装置1は、まず簡易道路多角形作成処理3を行なう。この処理3では、道路ネットワークデータベース2に保存されている道路ネットワークデータに含まれている各道路の線分データ（各交差点間のリンクデータ）を市街地図データ5上の各道路幅員よりも大きく幅員方向へ膨張させることにより、市街地図データ5上の各道路の領域をそれより大き目にカバーする各道路毎の簡易道路多角形データを作成する。作成

された各道路の簡易道路多角形データは記憶装置上の簡易道路多角形データベース 4 に集められ保存される。

中央処理装置 1 は、次に缺データ作成処理 6 を行う。この処理 6 では、市街地図データベース 5 に保存されている市街地図データに含まれている道路輪郭や家枠などの線分データを基に、各道路の簡易道路多角形データをトリミングして正しい道路形状に生計するための缺データ（トリミングのカッティングラインを示したデータ）を作成する。作成された各道路の缺データは記憶装置上の缺データベース 7 に集められ保存される。

中央処理装置 1 は、次に道路多角形作成処理 8 を行う。この処理 8 では、簡易道路多角形データベース 4 に保存されている各道路の簡易道路多角形データを、缺データベース 7 からの各缺データでトリミングして、各道路の正確な道路形状を表した道路多角形データを作成する。作成された道路多角形データは、記憶装置上の道路多角形データベース 9 に集められ保存される。

以下に、簡易道路多角形作成処理 3、缺データ作成処理 6、及び道路多角形作成処理 8 を詳細に説明する。

図 5 は、簡易道路多角形作成処理 3 の手順を示す。

簡易道路多角形作成処理 3 は、まず、道路ネットワークデータベース 2 から対象地域の道路ネットワークデータを読み込む。一般的に道路ネットワークデータは交差点と道路をそれぞれノードとリンクにモデル化したものである。図 5 (a) に示すように、一つのリンク（道路）11 は、隣り合う 2 つのノード（交差点）13、15 を結ぶ折れ線であり、始端のノード 13 と途中の各形状要素点（屈曲点）17、17、…と終端のノード 15 を順に結ぶ複数の直線分 L1、…、Ln を用いて表現され

ている。因みに、このような道路ネットワークデータは、例えば2万5千分の1縮尺の全国道路データから作成される。

簡易道路多角形作成処理3は、次に、図5(a)に示した各リンクの各線分 L_1 、…、 L_n を、図5(b)に示すように幅員方向(線分と直角の方向)に膨張させて、各線分 L_i を内包した要素多角形(例えば長方形)21 i を作成する。また、図5(c)に示すように、各線分 L_i の始終点(両端の形状要素点)23 i 、23 $i+1$ を全方向へ各線分 L_i より大きく膨張させて、各終始点23 i 、23 $i+1$ を内包した要素多角形(例えば、円形に近い多角形)25 i 、25 $i+1$ を作成する。その際、図5(d)に示すように、特にノードに対応する要素多角形251、25 $n+1$ は、他の形状要素点より更に大きく膨張させる。このようにリンクの各要素(ノード、線分、形状要素点)を膨張させて要素多角形を作る処理を、当該リンクの全ての要素について順番に行っていく。その結果、図5(d)に示すように、当該リンクの全体を内包する多数の要素多角形251、211、…、21 n 、25 $n+1$ のセットが出来上がる。次に、これらの要素多角形251、211、…、21 n 、25 $n+1$ の領域和を計算することによって、図5(e)に示すような当該リンクを内包した1つの簡易道路多角形27を作成する。

この簡易道路多角形27は、幅員をもった一つの道路の形状を大雑把に表現している。後に、この簡易道路多角形27は、トリミングされることによって(つまり、余計な部分を切り取られることによって)、市街地図データが示す正確な道路の形状に整形されることになる。そのため、この簡易道路多角形27は、市街地図データが示す正確な道路よりも大きい幅員を有して、正確な道路の領域を完全に内包している必要がある。この理由から、上述した膨張処理では、各線分 L_i の要素多角形21 i

は、市街地図データが示す正確な道路の幅員より若干大きい幅員をもつように膨張される。その膨張量は、例えば図6に示すような方法で決定することができる。すなわち、図6に示すように、道路ネットワークデータの各リンクの線分 L_i を市街地図データ 31 に重ね合わせ、そして、線分 L_i の複数地点から矢印で示すように両側へ垂線を伸ばし、それらの垂線が市街地図上の線分と最初に交わる点までの垂線の長さ d_1, d_2, \dots を測定する。これらの垂線の長さ d_1, d_2, \dots はそれぞれの地点付近の道路区間での当該道路の中心線から各側の縁線までの幅を代表した値であるとみなせる。そこで、道路の各側毎に、それら垂線の長さ d_1, d_2, \dots をそれぞれの地点が代表する道路区間の距離で重み付けて荷重平均を計算し、それを当該道路の中心線から各側の幅とみなす。最も簡単な計算例を示せば、図6の例の場合、図中上側の道路幅 W_1 は、

$$W_1 = (d_1 * D_1 + d_2 * D_2 + d_3 * D_3 + d_4 * D_4) \div (D_1 + D_2 + D_3 + D_4)$$

で決定され、下側の道路幅 W_2 は、

$$W_2 = (d_5 * D_5 + d_6 * D_6 + d_7 * D_7 + d_8 * D_8) \div (D_5 + D_6 + D_7 + D_8)$$

で決定される。こうして決定した道路幅 W_1, W_2 よりも適当程度さらに大きい距離 W_3, W_4 だけ、線分 L_i を上下方向に膨張させることにより、市街地図上の当該道路を完全に包含する要素多角形を作成することができる。更に、前述したように、線分 L_i の終始点やノードでは線分 L_i より大きく膨張させた要素多角形を作成するが、その理由は、その要素多角形内に道路の曲がり角や交差点（これらは、道路のまっすぐな箇所より大きい幅をもつことが多い）を確実に内包させるためである。

また、図5(d)に示した複数の要素多角形 251、211、252、212、…を図5(e)に示す1リンクの簡易道路多角形 27へ変化させるための領域和の計算は、図7に示すような方法で行うことができる。例

例えば図 7 (a) に示すように、ある要素多角形 G 1 が閉ループにされた多角形線分(f11,f12,...,f16)からなり、別の要素多角形 G 2 が閉ループにされた多角形線分(f21,f22,...,f25)からなり、要素多角形 G 1 と G 2 が部分的に重なっているとする。まず、図 7 (b) に示すように、第 1 の要素多角形 G 1 の線分で第 2 の要素多角形 G 2 を切断する。その結果、第 2 の要素多角形 G 2 の線分 f22 が切断され、新たに線分 f22' と線分 f22'' が発生する。同様に線分 f25 も切断されて、新たに線分 f25' と線分 f25'' が発生する。これら新たに発生した線分と切断されていない線分とを連結関係でグループ分けすると、複数グループに別れる。図 7 の例では、2 つの線分グループ、つまり、第 1 グループ F21(=f25'+f21+f22') と第 2 グループ F22(=f22''+f23+f24+f25'')に分かれる。次に図 7 (c) に示すように、第 2 の要素多角形 G 2 の線分で第 1 の要素多角形 G 1 を切断する。先ほどと同様に連結関係でグループ分けすると、図 7 の例では、第 1 の線分グループ F11(=f11+f12+f13+f14+f15)と、第 2 の線分グループ F12(=f16)に分かれる。

次に第 1 の多角形 G 1 から発生した線分グループ F11 及び F12 の各々について、第 2 の多角形 G 2 の領域内に内包されているか否かを調べる内外判定を行う。内外判定の手法自体は公知である。その結果、第 1 の線分グループ F11 は、第 2 の多角形 G 2 の外領域に存在することが判明し、これは新多角形の外周線分とするために残す。一方、第 2 の線分グループ F12 は多角形 G 2 の内領域に存在することが判明し、これは破棄する。同様に第 2 の多角形 G 2 から発生した線分グループ F21 及び F22 についても、多角形 G 1 に対する内外判定を行う。その結果、第 1 の線分グループ F21 は、多角形 G 1 の内領域に存在するので破棄し、第 2 の線分グループ F22 は多角形 G 1 の外領域に存在するので、新多角形の外

周線分として残す。

最後に、図 7 (d) に示すように、残った外周線分グループ F11 と F22 を連結する。なお、図 7 では、F11 の終始点と F22 の終始点は離れた場所に描かれているが、実際は同一座標に存在するので、F11 と F22 は互いに連結することができる。このように残った外周線分グループを連結することで、新多角形 G が完成する。このような領域和処理を、図 5 (d) に示した一つのリンクを構成する隣り合う全ての要素多角形間に適用することにより、図 5 (e) に示した 1 つの簡易道路多角形 27 が得られる。

ところで、例えば高速道路への螺旋状の進入道のように、地図上で閉ループ様の形状を呈する道路は、その簡易道路多角形はその領域内に中抜き面を有するものとなる。このようなケースでは、簡易道路多角形を作成する過程で、その簡易道路多角形の外形状を規定する外形多角形と、中抜き面を規定する中抜き多角形とを正しく識別する必要がある。図 8 は、このような場合の外形多角形と中抜き多角形の識別方法を示している。例えば、図 8 (a) に示すような形状をもつ道路リンク 41 から図 5 及び図 7 に示した処理を行っていくと、図 7 (d) に示した外周線分グループの連結が終わった段階で、図 8 (b) に示すように、複数の独立した（つまり、互いに連結できない）簡易道路多角形 43、45 が発生することになる。なお、説明の単純化の為に 2 個の簡易道路多角形が発生した例を図 8 では示すが、道路形状によっては 3 個以上の独立した多角形が発生することもある。

さて、この例では、図 8 (c) に示すように、第 1 の線分グループ A (a1, ..., a9) からなる簡易道路多角形 43 と、第 2 の線分グループ B (b1, ..., b3) からなる簡易道路多角形 45 が発生する。これらの独立した簡易

道路多角形 4 3、4 5 のうち、いずれか一つは当該道路の外形多角形であり、他は中抜き多角形である。そこで、これらの簡易道路多角形 4 3、4 5 の内のどれが外形多角形であるかを決定するための処理を行う。すなわち、まず、それらの簡易道路多角形 4 3、4 5 の各々から線分上の代表点を 1 点ずつ選び出す。次いで、各代表点について、当該代表点と他の全ての多角形との間で内外判定を行う。その結果、当該多角形の代表点が他の全ての多角形の領域外に存在する唯一の多角形を、当該道路の外形多角形と決定し、他の全ての多角形を中抜き多角形と決定する。例えば、図 8 において、多角形 4 3 の代表点を a1、多角形 4 5 の代表点を b1 とすると、多角形 4 5 の代表点 b1 は他の多角形 4 3 の内部に存在し、多角形 4 3 の代表点 a1 は他の全ての多角形 4 5 の外部に存在する。従って、多角形 4 3 が外形多角形であり、多角形 4 5 が中抜き多角形である。このような外形多角形と中抜き多角形との識別は、図 7 に示すような方法で隣接する要素多角形のペアの領域和の計算を行う都度に行う。そして、この要領で、1 つの道路の始点ノードから終点ノードまで、隣接し合う要素多角形の領域和計算を繰り返すことによって、最終的に図 5 (e) に示すような当該道路を内包する簡易道路多角形が完成される。これを道路ネットワークデータの全てのリンクデータについて行い、その結果を簡易道路多角形データベース 4 に記憶する。

次に、鋳データ作成処理 6 を説明する。

前述したように、鋳データは、実際の道路形状より大きめに作った簡易道路多角形をトリミングして正確な道路形状に整形するための、カットラインを規定するものである。従って、鋳データつまりカットラインは、道路の正確な外形状に沿って走っていて、道路内の領域には侵入していないことが理想的である。鋳データ作成処理 6 は、できるだけ理想

に近い缺データを作成するための処理である。

図 9 は、缺データ生成処理 6 の手順を示している。

まず、図 9 (a) に示すように、市街地図データ 5 1 の中から、各道路毎に、当該道路付近に存在する道路枠 5 3、5 7、家枠 5 9、橋枠 5 5、水系線 6 1、6 2、…、等さまざまな属性の形状線を抽出する。その際、抽出対象を各道路付近の形状線だけに絞り込むために（つまり、各道路の輪郭形状に関係のない形状線を除外するために）、例えば、市街地図を適当に細かいメッシュで多数のセグメントに区分しておき、道路ネットワークデータの各リンクを市街地図に重ねたときに、各リンクが通過するセグメント内に存在する形状線だけに抽出対象を絞り、更に、各リンクの x y 座標の最大値と最初値とで定義される矩形領域に含まれる形状線だけに抽出対象を絞るというような方法を探ることができる。

一般に市街地図データ 5 1 上で道路の外形線を構成しているさまざまな属性の形状線は、互いに連結してない独立した線分データである。換言すれば、道路の輪郭線は、市街地図データ上では一線分ではなく、バラバラの独立した多数の線分の寄せ集めで構成されている。そこで、次に、抽出したさまざまな形状線の中から連結可能な線分 5 3、5 5、5 7、5 9 を選び出し、これらの線分を相互に連結して、図 9 (b) に示すように 1 線分 6 3 を作成する。ここで、連結可能な線分とは、ある線分の一 endpoint（終点または始点）と他の線分の一 endpoint の座標が完全に一致している線分同士、及び、図 9 (c) に示す線分 6 5、6 7 のように、ある線分の一 endpoint と他の線分の一 endpoint との距離が所定の許容値 γ の範囲内にある線分同士（要するに、一線分を構成するとみなせる程度に十分近接している線分同士）を指す。従って、図 9 (d) に示す例では、線分 6 7 と線分 6 9 の端点 6 7 a、6 9 a 間の距離は許容値 γ 以下である

から、線分 6 7 と線分 6 9 は連結される。一方、線分 6 7 と線分 7 1 の端点 6 7 a、7 1 a 間の距離は許容値 γ を超えているから、線分 6 7 と線分 7 1 は連結されない。

このようにして各道路付近の形状線を抽出し、それら形状線の中から連結可能な形状線を選んで一線分に連結することにより、その連結された線分データの中に、各道路の輪郭線データがかなり精度良く含まれることになる。この処理を市街地図データ中の各道路について行い、その結果として得られた各道路毎の連結された線分データを、各道路の簡易道路多角形に対する缺データとして、缺データベース 7 に記憶する。

ところで、近接した形状線同士を連結する際、たった 2 本の線分の端点同士が近接し合っているケースだけでなく、3 本以上の線分の端点同士が近接し合っているケースも多々がある。例えば、図 10 (a) に示すように、線分 7 3、7 5、7 7、7 9 が同じ道路付近に存在し、2 本の線分 7 3 と 7 5 の端点同士が一つの個所 A で近接し合い、また、3 本の線分 7 5 と 7 7 と 7 9 の端点同士が別の個所 B で近接し合っているとするとする。この場合、最初の近接個所 A では、すでに説明した通り 2 本の線分 7 3 と 7 5 が単純に一本の線分に連結される。一方、2 番目の近接個所 B では、3 本の線分 7 5 と 7 7 と 7 9 を同時に連結して 1 本の線分にはすることはできない。そこで、図 10 (b)、(c)、(d) に示すように、この 1 箇所 B に集まった 3 本以上の線分の端点を一つのノードとして扱い、このノードを介して 1 本の線分に連結できる 2 本の線分の組み合わせを全部ピックアップして、各組み合わせ毎に連結する。図 10 の例では、3 種類の組み合わせ V 1、V 2、V 3 が存在するので、3 本の連結線分 H 1、H 2、H 3 が得られる。このようにした得た複数本の連結線分 H 1、H 2、H 3 の全てを当該道路についての缺データとして、

缺データベース 7 に記憶する。

次に、道路多角形作成処理 8 を説明する。

道路多角形作成処理 8 は、各道路毎に、その道路の簡易道路多角形をその道路の缺データを用いてトリミングすることにより、その道路の正確な輪郭形状を表した道路多角形を作成する処理である。すなわち、簡易道路多角形データベース 4 から各道路の簡易道路多角形データを読み込み、缺データベース 7 から各道路の缺データを読み込み、各道路毎に、その道路の全ての缺データの各々が、その道路の簡易道路多角形データを貫通しているかを調べる。例えば、図 11 (a) に示す例では、簡易道路多角形 81 を 5 本の缺データ 91、93、95、97 が貫通している。次に、貫通している缺データの各々を用いて、簡易道路多角形 81 を切断する。

各缺データ毎に、その缺データの線分で簡易道路多角形を切断すると、簡易道路多角形は 2 つの線分グループに分かれる。そのうち、道路ネットワークデータのノードを内包している方（つまり、道路内側）の線分グループを残し、他方（つまり、道路外側）の線分グループは破棄する。同様にその缺データも簡易道路多角形の線分で切断し、それにより分かれた缺データの複数の線分グループのうち、簡易道路多角形に内包されている方の線分グループのみを残す。そして、残した簡易道路多角形の線分グループと、残した缺データの線分グループとを連結することにより、その缺データに沿って道路外側の部分が切除された新しい簡易道路多角形が得られる。

このような各缺データによるトリミングを、貫通する全て缺データについて繰り返すことにより、最終的に道路の輪郭形状にかなりの精度で一致した道路多角形が得られる。例えば、図 11 (a) に示した大雑把

な形状の簡易道路多角形 81 を、それを貫通する全ての缺データ 91、93、95、97 でトリミングすると、その結果、図 11 (b) に示すように、市街地図上の道路形状に精度良く整形された道路多角形 101 が得られる。このようなトリミングを全ての簡易道路多角形とそれを貫通する全ての缺データとの間で行い、そうして作成された道路多角形データを道路多角形データベース 9 に記憶する。

以上の一連の処理により、市街地図上で表現される道路の形状に精度良く一致する道路多角形を自動的に作成できる。このデータはその特性上、道路ネットワークデータとの相性も良く、道路ネットワークデータから作成される広域地図などとのリンク関係も明確になる。また道路ネットワークデータの保持している道路関連情報も、道路多角形に関連付けて保持することが可能になる。

ところで、上述した道路多角形を用いた道路地図データでは、各交差点から隣の交差点までの各道路の領域が 1 つの多角形で表現される。この道路地図データの構成例を図 12 (A) に示し、この道路地図データに基づき画面に表示された道路画像を図 12 (B) に示す。図 12 (A) に示すように、この道路地図データは複数の道路多角形 201、203、205 のデータから構成される。ここで、交差点の領域は、道路多角形 201、203、205 から区別されてはおらず、道路多角形 201、203、205 に含まれている。表示された道路画像上では、図 12 (B) に示すように、複数の道路多角形 201、203、205 同士が重なり合った領域 207 を、人間が視覚的に交差点だと認識する。しかし、道路地図データを利用する計算機上のアプリケーションは、道路地図データ上で交差点の領域と道路の領域とを正確に区別して認識したり指し示したりすることができない。

道路地図データを、従来の用途より高度な用途に利用したいという要求がある。例えば、カーナビゲーションにおける目的地までのルート誘導において、従来は、そのルートを交差点間を直線で結ぶ単なる折れ線分で表示している。しかし、それよりも、そのルートを構成する道路及び交差点の領域そのものを強調して表示する方法の方が、ユーザにとってより見易い。後者のルート表示を行う場合、ルートの交差点部分を見栄良く表示するためには、多角形ベースの道路地図データ上で交差点が道路多角形から正確に区別された独立した多角形として表現されている方が望ましい。図12(A)に示したように交差点が道路多角形に含まれていると、例えば道路多角形201から道路多角形203へ折れるルートを表示する場合、この2つの道路多角形201、203が重なる領域207が交差点として不自然な形状をもつため、見栄えが悪い。

また、出発地から目的地までルートを決定するルート探索処理は、従来から存在する例えば1/2.5万縮尺の道路ネットワークデータ（交差点はノード（座標点）で表現され、道路はノード間を結ぶ方向付きベクトルで表現されている）に基づいて行われる。そのため、上述した多角形を用いたルート表示を行うためには、道路地図データの交差点多角形及び道路多角形が、道路ネットワークデータの交差点ノード及び道路ベクトルとデータ関連をもっていることも必要である。

さらに、誘導ルートの交差点部分の表示に関し、図13(A)に示すように交差点209の全領域を誘導ルート211として表示するよりも、図13(B)に示すように、交差点209内の走行路線だけを誘導ルート213として表示した方が分かり易い。しかし、交差点の領域全体を1つの多角形として定義した交差点多角形データだけでは、このような図13(B)に示したような分かり易いルート表示を行うことはできな

い。

これらの課題を解決するには、道路だけでなく交差点もそれぞれ独立した多角形で表現された道路地図データを作成することが望ましい。

図 1 4 は、道路と交差点をそれぞれ多角形を表現した道路地図データを作成するための本発明の一実施形態にかかる装置のシステム構成を示す。

この道路地図データ作成装置は、典型的にはプログラムされた汎用的なコンピュータである。このコンピュータの中央処理装置 3 0 1 は、プログラムに従って前処理 3 0 4、交差点多角形作成処理 3 0 5、道路多角形補正処理 3 0 8、及び誘導用交差点多角形作成処理 3 1 0 を行う。このコンピュータの記憶装置上には、原料データとして、交差点と道路をノードとリンクでモデル化した道路ネットワークデータを保存した道路ネットワークデータベース 3 0 2 と、家柵や歩道形状等が詳細に描かれた線分ベースの市街地図データを保存した市街地図データベース 3 0 3 と、道路ネットワークデータと市街地図データに基づいて例えば図 4 ~ 図 1 1 を参照して既に説明した方法で作成された道路多角形データ（図 1 2 に例示したように交差点領域を含む）を保存した道路多角形データベース 3 0 7、が存在する。

中央処理装置 3 0 1 は、まず前処理 3 0 4 を行なう。この前処理 3 0 4 は、道路ネットワークデータと市街地図データをメモリに展開し、道路ネットワークデータと市街地図データの地図空間座標を一致させ、そして、道路ネットワークデータと市街地図データをそれぞれ多数のセル（均等な小サイズの多数の矩形領域）に分割して、セル単位の各地図データを管理できるようにする。

次に、中央処理装置 3 0 1 は交差点多角形作成処理 3 0 5 を行う。こ

の処理 305 は、前処理 304 の後の道路ネットワークデータと市街地図データに基づいて交差点多角形データを作成して、作成した交差点多角形データを交差点多角形データベース 306 に蓄積する。

次に、中央処理装置 301 は道路多角形補正処理 308 を行う。この処理 308 は、道路多角形データベース 307 から読み込んだ道路多角形データ（交差点領域を含む）を、交差点多角形データベース 306 からの交差点多角形データを用いて補正することにより、交差点領域を含まない道路多角形データ（以下、「純粋道路多角形データ」という）を作成して、作成した純粋道路多角形データを純粋道路多角形データベース 309 に蓄積する。

次に、中央処理装置 301 は誘導用交差点多角形作成処理 310 を行う。この処理 310 は、交差点多角形データベース 306 からの交差点多角形データと、純粋道路多角形データベース 309 からの純粋道路多角形データとに基づいて、同じ交差点に接続する 2 つの道路多角形データ間を図 13（B）に例示したようにスムーズに連結するような誘導用の交差点多角形データを作成して、作成した誘導用交差点多角形データを誘導用交差点多角形データ 311 に蓄積する。

以下に、前処理 304、交差点多角形作成処理 305、道路多角形補正処理 308、及び誘導用交差点多角形作成処理 310 を詳細に説明する。まず、図 15～図 17 を参照して、前処理 304 を説明する。

前処理 304 では、中央処理装置 301 内のメモリに、データベース 302 からの道路ネットワークデータとデータベース 303 からの市街地図データを展開する。しかし、一般に、図 15 に示すように、道路ネットワークデータが表す地図領域 313 と、市街地図データが表す地図領域 315 とは、座標空間（例えば、左下端の座標原点の緯度経度）に

において不一致である。そこで、この2つの地図領域313、315の座標空間を次のようにして一致させる。すなわち、両座標空間の位置ずれ(Δx 、 Δy)を

$$\Delta x = \text{道路ネットワーク地図領域原点経度} - \text{市街地図領域原点経度}$$
$$\Delta y = \text{道路ネットワーク地図領域原点緯度} - \text{市街地図領域原点緯度}$$

で計算する。そして、元の市街地図座標(x_1 、 y_1)と道路ネットワーク座標(x_1 、 y_2)は、それぞれ以下のように、共通座標空間上の市街地図座標(x'_1 、 y'_1)と道路ネットワーク座標(x'_1 、 y'_2)に変換される。

$$(x'_1, y'_1) = (F1x(x_1), F1y(x_1))$$

$$(x'_1, y'_2) = (F2x(x_1), F2y(x_1))$$

ここに、変換関数 $F1x()$ 、 $F1y()$ は(Δx 、 Δy)及び各地図領域313、315の右上端の最大座標(X_i, Y_i)を使用したリニア変換関数である。

このような座標変換を道路ネットワークデータと市街地図データに施すことで、両データの座標空間が一致し、それにより、図16に示すように、道路ネットワークデータ317の各ノード319を市街地図データ321の対応する位置323に投影することが可能になる(この投影は、後の交差点多角形作成処理305で行われる)。

前処理304では、次に、後の交差点多角形作成処理305での幾何計算量を減らすために、メモリ上に展開した市街地図データと道路ネットワークデータを、それぞれ、多数のセル(小さい矩形領域)に分割してセル単位で管理する。すなわち、当初、図17(A)に示すように、各地図データは、それがカバーする全体の地図領域325内に存在する全ての地図要素327へのポイントが登録された地図要素管理テーブル329を有している。前処理304では、図17(B)に示すように、

各地図データの全体地図領域 3 2 5 を均等サイズの多数のセル 3 3 1 に分割する。そして、地図要素管理テーブル 3 2 9 内の地図要素へのポイントの集合を、各セル 3 3 1 内に存在する地図要素へのポイントの集合に分類して、各セル毎のポイント集合 3 3 3 に各セルのインデックス 3 3 5 を付す。これにより、各セル内に存在する地図要素だけが、各セルから指されるようになる。もし 1 つの地図要素が複数のセルに跨る場合は、それら複数のセルからその地図要素が指されるようにしておく。このようにして作成された、地図要素をセル別に管理したテーブル 3 3 7 を、以下「インデックステーブル」という。インデックステーブル 3 3 7 は、道路ネットワークデータ及び市街地図データの各々について作成さえる。セルのサイズは小さくすればするほど、幾何計算の対象データ数が少なく絞り込まれるが、管理しなければならないセル数が増加する。よって、セルのサイズは、ケースバイケースで最適値に決定する。

次に、図 1 8 ～図 2 5 を参照して、交差点多角形作成処理 3 0 5 を説明する。

交差点多角形作成処理 3 0 5 では、まず、道路ネットワークデータ内の全ノードデータを順番に取り出す。そして、取り出した個々のノードに注目し、図 1 8 (A) に示すように、注目ノード 3 3 9 が属するセル 3 4 1 を、前処理 3 0 4 で作成されたインデックステーブル 3 3 7 を利用して決定する。そして、図 1 8 (B) に示すように、注目ノード 3 3 9 が属するセル 3 4 1 と同じセル番号を持つ市街地図のセルと、これに隣接する全てのセルを、対象領域 3 4 3 として選択する。

このように注目ノードに対する対象領域 3 4 3 が絞りこまれたら、次に、図 1 9 に示すように、道路ネットワーク地図内の注目ノード 3 3 9 とこの注目ノード 3 3 9 に接続するリンク L 1 ～L 4 を、市街地図の対

象領域 3 4 3 内の家枠や道路枠や歩道境界等の地図要素に重ねる。そして、ノード重心を中心とした所定半径 R の円形領域（検索範囲） 3 4 5 から、市街地図の地図要素の形状要素点 3 4 7 を探す。ここで、「ノード重心」とは、注目ノード 3 3 9 そのもの、又は注目ノード 3 3 9 から所定距離範囲内に存在する全ての形状要素点から計算される重心（これは、注目ノード 3 3 9 が実際の交差点の中心からかなりずれているときに、有利である）である。図 1 9 の例では、分かりやすくするために、注目ノード 3 3 9 をノード重心としている。また、「形状要素点」とは、線分ベースの市街地図の地図要素（折れ線分）の端点やコーナ点である。

検索範囲 3 4 5 から形状要素点 3 4 7 を検索する際、まず、注目ノード 3 3 9 に接続するリンク $L1 \sim L4$ 間の角度 $\theta 1 \sim \theta 4$ を求める（要するに、検索領域 3 4 5 を、リンク $L1 \sim L4$ で複数のセクタ $S 1 \sim S 4$ に区分する）。ここで、 $\theta 1$ は $L 1$ と $L 2$ 間の角度、 $\theta 2$ は $L 2$ と $L 3$ 間の角度、 $\theta 3$ は $L 3$ と $L 4$ 間の角度、 $\theta 4$ は $L 4$ と $L 1$ 間の角度である。そして、各角度 θi ($i = 1, 2, 3, 4$) の範囲（つまり各セクタ $S i$ ）ごとに、形状要素点 3 4 7 を検索する。

図 2 0 は、最初の角度 $\theta 1$ の範囲（最初のセクタ $S 1$ ）での検索結果の例を示している。このセクタ $S 1$ から検索した全ての形状要素点 $P 1, P 2, P 3 \dots$ の各々について、ノード重心 3 3 9 からの距離 $d 1, d 2, d 3, \dots$ を計算し、その結果を、図 2 1 に示すように、検索結果テーブル 3 4 9 に蓄積していく。セクタ $S 1$ 内の全ての形状要素点について距離算出が終了したら、図 2 1 の検索結果テーブル 3 4 9 を距離の昇順にソートし、セクタ $S 1$ 内で最小距離を持つ形状要素点 $P j$ を見つける。例えば、図 2 0 において、形状要素点 $P 3$ の距離 $d 3$ が最小であったとする。次に、図 2 2 に示すように、その最小距離 $d 3$ からそれに所定の

許容幅 ε だけ加えた距離 $d_3 + \varepsilon$ までの円弧状のベルト範囲 B_1 を設定し、このベルト範囲 B_1 内に存在する形状要素点 $P_1 \sim P_5$ を、交差点多角形を構成する形状要素点として抽出する。そして、抽出した形状要素点 $P_1 \sim P_5$ を、図 23 に示すように、交差点多角形要素テーブル 351 に登録する。このとき、形状要素点 $P_1 \sim P_5$ の各々の角度（ノード重心 339 を回転中心にして、例えば x 軸方向を角度 0 として例えば右回りに角度を測ったときの、各形状要素点の角度） $\gamma_1 \sim \gamma_5$ も、交差点多角形要素テーブル 351 に登録する。

以上の処理を他のセクタ S_2, S_3, S_4 についても同様に繰り返す。すると、図 24 に示すように、全てのセクタ $S_1 \sim S_4$ のバンド範囲 $B_1 \sim B_4$ から抽出された交差点多角形を構成する形状要素点 353 のデータが、図 23 に示した交差点多角形要素テーブル 351 に蓄積される。次に、交差点多角形要素テーブル 351 に登録された形状要素点 353 を角度 γ の昇順にソートする。角度 γ の順番に形状要素点 353 を並べると、図 25 に示すような交差点多角形 355 が定義される。こうして作成された交差点多角形データを、図 14 に示した交差点多角形データベース 306 に蓄積する。

以上の交差点多角形データの作成処理を、道路ネットワークデータの全てのノードについて繰り返す。

次に、図 26 及び図 27 を参照して、道路多角形補正処理 308 を説明する。

道路多角形補正処理 308 では、交差点多角形データベース 306 に蓄積された交差点多角形データを用いて、道路多角形データベース 307 に蓄積されている交差点領域を含む道路多角形データから交差点領域を除去する。図 26 に示すように、注目ノード 339 についての交差点

多角形データベース 306 からのデータが表す交差点多角形 355 と、注目ノード 339 に接続するリンク L1 についての道路多角形データベース 307 からのデータが表す道路多角形データ 357 とは、ハッチングで示した領域 359 にて重なり合っている。そこで、道路多角形 355 と交差点多角形 357 との間で領域差分の幾何演算を行うことにより、道路多角形 355 から重なり領域 359 を取り除く。

この交差点多角形 357 による領域差分演算を、注目ノード 339 に接続する全てのリンクの道路多角形に関して繰り返す。その結果、図 27 に示すように、交差点多角形 357 と重ならずに接した純粹道路多角形 361、363、365、367 が得られる。この純粹道路多角形 361、363、365、367 のデータを純粹道路多角形データベース 309 に登録する。

次に、図 28～図 33 を参照して、誘導用交差点多角形作成処理 310 を説明する。

誘導用交差点多角形作成処理 310 では、まず、図 28 に示すように、注目ノード 339 の交差点多角形 357 と、リンク L1 の純粹道路多角形 361 との接線 C1 を抽出する。接線 C1 は、図 29 に示すような折れ線であり、

$$C1 = (p1, p2, p3, \dots)$$

と表現できる。接線 C1 の始点 p1 と終点 p5 だけを取り出して、始点 p1 と終点 p5 を結ぶ直線である仮想接線 c1 を作る。つまり、

$$c1 = (p1, p5)$$

である。

同様にして、交差点多角形 357 に接する他の道路多角形 361、363、365、367 についても、接線 C2, C3, C4 を抽出し、仮

想接線 c_2 、 c_3 、 c_4 を求める。次に、これらの仮想接線 c_1 、 c_2 、 c_3 、 c_4 の中から、任意に 2 つの仮想接線を取り出す。例えば仮想接線 c_1 と c_2 を取り出したとすると、次に、図 30 に示すように、仮想接線 c_1 と仮想接線 c_2 の延長線の交点 K_1 を求める。この交点 K_1 にて仮想接線 c_1 と c_2 のなす角度を θ とする。この角度 θ が所定値以上である場合は、交点 K_1 から仮想接線 c_1 と c_2 の外側端点 p_{12} と p_{22} までの距離 d_1 と d_2 を算出する。そして、長い方の距離 d_1 をもつ仮想接線 c_1 の外側端点 p_{12} から、他方の仮想接線 c_2 へ向けて、交点 K_1 を中心にした円弧 a_1 を伸ばし、この円弧 a_1 と仮想接線 c_2 の延長線との交点 K_2 で円弧 a_1 を止める。こうして求まった外側端点 p_{12} から交点 K_2 までの円弧 a_1 を、誘導用交差点多角形の一つの輪郭線とする。同じ誘導用交差点多角形の他の輪郭線として、交差点多角形 355 の輪郭線をそのまま利用する。つまり、交差点多角形 355 を円弧 a_1 で 2 つの領域に切ったときの、交点 K_1 に近い側の領域を、誘導用交差点多角形とする。結果として、図 31 に示すような誘導用交差点多角形 371 が完成する。

図 30 に示した処理で、交点 K_1 での仮想接線 c_1 と c_2 のなす角度 θ が所定値より小さい（つまり、仮想接線 c_1 と c_2 が平行に近い）場合は、図 32 に示すように、仮想接線 c_1 の端点 p_{11} 、 p_{12} と仮想接線 c_2 の端点 p_{21} 、 p_{22} を矩形ができるように直線 b_1 、 b_2 で接続する。この 2 本の直線 b_1 、 b_2 と、元の接線 C_1 、 C_2 とから構成される多角形を、誘導用交差点多角形 373 とする。

以上の誘導用多角形を作成する処理を、 N 差路の交差点の場合、 N 個の道路多角形の集合から選ぶことのできる 2 個の道路多角形の組合せの全部に関して行う。すると、例えば図 33 (A) に示すような 4 差路の

交差点の場合、図 3 3 (B) ~ (G) に示すような 6 個の誘導用交差点多角形 3 8 1、3 8 3、3 8 5、3 8 7、3 8 8、3 8 9 が作成される。作成された誘導用交差点多角形のデータを、誘導用交差点多角形データベース 3 1 1 へ格納する。全ての交差点について、上記の誘導用交差点多角形作成処理 3 1 0 を繰り返す。

以上のようにして作成された交差点多角形データ、純粋道路多角形データ及び誘導用交差点多角形データは、様々な用途に利用することができる。その一つは、カーナビゲーションにおけるルート誘導である。図 3 4 (A) に示すように、従来のルート誘導では、折れ線 3 9 1 でルートを示していた。これに対し、純粋道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを用いると、図 3 4 (B) に示すように、純粋道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを繋いだ実際のルート形状に近いルート多角形 3 9 3 で、ルートを表示することができる。

別の一つの用途は、カーナビゲーションにおける道路渋滞表示である。図 3 5 ~ 図 3 7 を参照して、道路渋滞表示の方法を説明する。

例えば日本の財団法人道路交通情報通信システムセンターの V I C S (Vehicle Information and Communication System) (登録商標) から提供される渋滞情報は、上り車線と下り車線の各々について、渋滞列の始端と終端の位置を、最初と最後の交差点からの距離をそれぞれ用いて指定する。その一例を図 3 5 に示す。図 3 5 では、上り車線 (ノード N 2 からノード N 1 へ向かって走行する車線) について、渋滞列の終端がノード N 1 の交差点から H メートルと指定された場合を示している。この場合、図 3 6 に示すように、その上り車線が通るノード N 1 に接続したリンク L 1 (折れ線である) に沿って距離 H だけ、ノード N 1 から離れた渋滞列終端点 P h の座標を計算する。

次に、渋滞列終端点P hからリンクL 1の両側へ、リンクL 1に垂直な直線4 0 9、4 1 1を伸ばす。そして、それら垂線4 0 9、4 1 1と、ノードN 1の交差点多角形4 0 3、リンクL 1の純粋道路多角形4 0 5及びノードN 2の交差点多角形4 0 7との交点を求める。そして、次の処理(1)～(3)をこの順序で行う。

(1) 起点ノードN 1の交差点多角形4 0 3と垂線4 0 9、4 1 1との交点がある場合(つまり、渋滞列終端点P hが交差点多角形4 0 3内に存在する場合)、交差点多角形4 0 3を垂線4 0 9、4 1 1で2つの領域に切って、ノードN 1に近い方の(つまり、車の流れで下流側の)領域だけを渋滞列であると判断する。交差点多角形4 0 3と垂線4 0 9、4 1 1との交点がない場合(つまり、渋滞列終端点P hが交差点多角形4 0 3より上流側に存在する場合)、交差点多角形4 0 3の全域を渋滞列であると判断し、次の(2)のステップへ進む。

(2) リンクL 1の道路多角形4 0 5と垂線4 0 9、4 1 1との交点(例えば4 1 0、4 1 2)がある場合(つまり、渋滞列終端点P hが道路多角形4 0 5内に存在する場合)、道路多角形4 0 5を垂線4 0 9、4 1 1で2つの領域に切って、ノードN 1に近い方の(つまり、下流側の)領域だけを渋滞列であると判断する。道路多角形4 0 5と垂線4 0 9、4 1 1との交点がない場合(つまり、渋滞列終端点P hが道路多角形4 0 5より上流側に存在する場合)、道路多角形4 0 5の全域を渋滞列であると判断し、次の(3)のステップへ進む。

(3) 終点ノードN 2の交差点多角形4 0 7と垂線4 0 9、4 1 1との交点がある場合(つまり、渋滞列終端点P hが交差点多角形4 0 7内に存在する場合)、交差点多角形4 0 7を垂線4 0 9、4 1 1で2つの領域に切って、ノードN 1に近い方の(つまり、下流側の)領域だけを

渋滞列であると判断する。交差点多角形 407 と垂線 409、411 との交点が無い場合（つまり、渋滞列終端点 P h が交差点多角形 407 より上流側に存在する場合）、交差点多角形 407 の全域を渋滞列であると判断する。

次に、図 37 に示すように、渋滞列と判断された多角形領域、つまり、渋滞列終端点 P h での垂線 409、411 より下流側の道路及び交差点多角形の領域 405 A、403、401 を、ハッチングで示すように、渋滞列を示す色又はテクスチャで塗りつぶして表示する。渋滞列の始端についても、上記と同様の処理で、始端より上流側の多角形領域だけを渋滞列を示す色又はテクスチャで塗りつぶして表示する。つまり、上記の処理を渋滞列の終端と始端について行うことで、渋滞列の始端から終端までの正確な道路領域が強調表示される。

なお、図 38 に示すように、個々の車線を 1 つの道路と捉えて車線で区別された道路及び交差点の多角形データ 411 ～ 433 を作成することもでき、その場合には、渋滞表示やルート表示を車線別に行なうことができる。例えば、図 38 では、片方の車線の渋滞部分がハッチングで示されている。

個々の車線を表した多角形データを作成することは、上述したように地図上の渋滞している車線を識別して示したり、カーナビゲーションでドライバーを正しい車線に誘導したりするために、とても有用である。図 39 ～ 図 45 は、個々の車線を表した多角形データを作成するための一方法例を示している。

図 39 に示すように、道路ネットワークデータのノード 511、513 及びリンク 515 の位置は、市街地図から作成した交差点ポリゴン 501、505 及び純粋道路ポリゴン 509 と、必ずしも位置的に整合し

ているとは限らない。そこで、まず、交差点ポリゴンの幾何重心 503、507 をそれぞれ求め、その各幾何重心 503、507 を各交差点ポリゴン 501、505 の新しいノードと定義する。

次に、図 40 に示すように、交差点ポリゴン 501、505 と純粋道路ポリゴン 509 との間の接線 521、523、並びに純粋道路ポリゴン 509 を貫くリンク 515 に注目する。そして、その接線 521、523 とそのリンク 515 との交点 531、533 を抽出する。

次に、図 41 に示すように、リンク 515 上の一方の交点 531 から他方の交点 533 までの間の適当間隔の複数位置から、リンク 515 に垂直な線 541～544 をリンク 515 の両側へ延ばす。そして、それらの垂線 541～544 と、純粋道路ポリゴン 509 の上記接線 521、523 以外の輪郭線 551、553 との交点 561～568 を求める。

次に、図 42 に示すように、上のように求めた交点 561～568 を、垂線 541～544 の端点とする。そして、それらの垂線 541～544 と上記接線 521、523 の各々を、この道路のもつ車線の本数 N で等分する。ここで、この道路のもつ車線の本数 N は、道路ネットワークデータに含まれるリンク 515 の属性データから得ることができ、1 以上の整数である ($N=1$ の場合は、当然ながら、その純粋道路ポリゴン自体が既にその単一の車線を表している。)。図 42 の例では、車線本数 N は 2 であり、そのため、各垂線 541～544 と各接線 521、523 は、各々の中点 572～575、571、576 で 2 等分される。そして、これらの中点を順番に通る線分 581 を求め、この線分 581 で、この純粋道路ポリゴン 509 を 2 つのサブ道路ポリゴン 591、593 に分割する。得られた 2 つのサブ道路ポリゴン 591、593 を、この道路のもつ 2 本の車線を表した車線ポリゴンとして、道路地図データに

登録する。

更に、図 4 2 に示すように、各車線ポリゴン 5 9 1、5 9 3 の中に、カーナビゲーションのための車両誘導線を設定する($N > 1$ の場合だけでなく、 $N=1$ の場合も行う)。車両誘導線は、上述した車線ポリゴン 5 9 1、5 9 3 を区分する線分 5 8 1 を求めたときの方法と同様の方法で求めることができる ($N=1$ の場合、線分 5 8 1 が車両誘導線となる)。すなわち、車線ポリゴン 5 9 1、5 9 3 の各々の内側で、上記垂線 5 4 1 ~ 5 4 4 と上記接線 5 2 1、5 2 3 の各々の中点 (図 4 2 では白抜き丸印で示す) を求め、それらの中点を順番に通る線分 (図 4 2 では破線で示す) を求め、この線分を各車線ポリゴン 5 9 1、5 9 3 の車両誘導線として、道路地図データに登録する。

さらに、2 本以上の車線を持つ道路に接する各交差点ポリゴンの中にも、複数の車線ポリゴンと誘導線を設定する。

図 4 3 は、交差点ポリゴン 6 0 1 内に、図中の上の道路の 2 本の車線ポリゴン 6 1 1、6 1 3 と、下の道路の 2 本の車両ポリゴン 6 1 5、6 1 7 とを結ぶ、直進用の 2 本の交差点内車線ポリゴン 6 2 1、6 2 3 を設定した例を示している。図示していないが、同様に、左の道路の複数本の車線 6 3 1 ~ 6 3 4 と右の道路の複数の車線 6 4 1 ~ 6 4 4 とを結ぶ直進用の複数本の交差点内車線ポリゴンも設定される。図中の破線は、各車線ポリゴン内に設定された車両誘導線を示している。

図 4 4 は、交差点ポリゴン 6 0 1 内に、左側通行の場合の左折 (右側通行の場合の右折) 用の車線ポリゴン 6 5 1 ~ 6 5 4 を作成した例を示す。この例では、図中で左右に走る道路の最外側の車線ポリゴン 6 3 1、6 4 1、6 3 4、6 4 4 と、上下に走る道路の最外側の車線ポリゴン 6 1 1、6 1 3、6 1 5、6 1 7 とが、交差点内車線ポリゴン 6 5 1 ~ 6

5 4 によってそれぞれ結ばれている。交差点内車線ポリゴン 6 5 1 ～ 6 5 4 のカーブした輪郭線は、クロソイド曲線、円弧、楕円弧、放物線、双曲線または折れ線などで表現することができる。図中の破線は、各車線ポリゴン内に設定された車両誘導線を示している。

図 4 5 は、交差点ポリゴン 6 0 1 内に、左側通行の場合の右折（右側通行の場合の左折）用の車線ポリゴン 6 6 1、6 6 3 を作成した例を示す。この例では、図中で左右に走る道路の内側の車線ポリゴン 6 3 3、6 4 2 と、上下に走る道路の内側の車線ポリゴン 6 1 3、6 1 7 とが、交差点内車線ポリゴン 6 6 1、6 6 3 によってそれぞれ結ばれている。交差点内車線ポリゴン 6 6 1、6 6 3 のカーブした輪郭線は、クロソイド曲線、円弧、楕円弧、放物線、双曲線または折れ線などで表現することができる。図中の破線は、各車線ポリゴン内に設定された車両誘導線を示している。

このように各交差点ポリゴン内に直進や右左折に必要な車線ポリゴンを予め用意しておき、各車線ポリゴン内に誘導線を設定しておくことにより、交差点での車両の誘導を正確に行うことができる。図 4 3 ～ 図 4 5 に示した交差点内の車線ポリゴンは、説明のための例示に過ぎない。交差する道路の車線本数、各車線の走行方向（固定的に定まっている場合もあるし、時間帯によって切換わる場合もある）、適用される交通法規などに応じて、用意すべき交差点内車線ポリゴンの種類は異なる。

さて、以上説明した交差点ポリゴン、純粹道路ポリゴン及び車線ポリゴンの作成は、静的な方法と動的な方法のいずれ方法でも行うことができる。静的な方法とは、地図の全域にわたり全ての交差点ポリゴン、純粹道路ポリゴン及び車線ポリゴンを先に作成して地図データベースに格納しておく方法である。道路地図を表示する際には、データベースから

表示すべき地域のポリゴンを読み出して表示することができる。一方、動的な方法とは、前もって全てのポリゴンを作成しておくことはせずに、道路地図を表示する都度に、必要な区域の必要なポリゴンだけを、市街地図データと道路ネットワークデータから作成する方法である。静的な方法は、ふんだんに大きい記憶容量をもつ道路地図表示装置に適している。一方、動的な方法は、カーナビゲーション装置のような、十分大きい記憶容量が確保し難い地図表示装置に適している。

カーナビゲーション装置などで動的にポリゴン地図データを作成する場合、ポリゴンデータの作成に使える時間が短く限られているため、ポリゴンデータ化する道路の取舍選択が重要になる。図46は、カーナビゲーション装置で動的にポリゴン地図データを作成する際のポリゴン作成の対象の地域的範囲をどこに限定するかという点についての、一つの原理を示している。

図46に示すように、ポリゴン作成の対象の地域は、自動車が停止しているか超低速で走行しているときは、その自動車の位置701（図示の三角マークは図中上方へ向いて走行していることを示す）をほぼ中心とした、所定半径のほぼ円形の地域711とする。自動車が中速で走行しているときは、その自動車の位置701を後端部に含む、その自動車の進行方向へより長く延びたほぼ楕円形または卵形の地域713を、その対象地域とする。自動車の速度がより上がると、その自動車の位置701を後端部に含む、その自動車の進行方向へより一層細長く延びたほぼ楕円形または卵形の地域715を、その対象地域とする。

図47～図49は、上記の原理の下での具体的なポリゴン作成対象地域の選定方法を示す。

カーナビゲーション用の地図は、一般に、多数の小面積の矩形の区域

(メッシュ)に分割されて管理されている。そのため、道路や交差点のポリゴンを動的に生成する対象の地域は、複数のメッシュの集合となる。

図47に示すように、停止時または超低速走行時には、自動車の現在位置701(三角マークは図中上方へ走行していることを示す)を含むメッシュM0と、このメッシュM0を包囲する例えば隣接の8個のメッシュM1~M8を、ポリゴン作成の対象とする。そして、自動車の進行方向(停止時は、指向している方向)に応じて、その自動車が次の時点で存在する可能性(つまり、ドライバーが必要とする可能性)のより高いメッシュほどを先順位にするという順序で、これらのメッシュM0~M8を処理していく。すなわち、最初に、現在位置701を含むメッシュM0を処理して道路や交差点のポリゴンを作成する。次に、現在位置のメッシュM0の前方にあるメッシュM2を処理する。その次が、進行方向の左右斜め前方のメッシュM1とM3(順不同)であり、その次が、現在位置のメッシュM0の左右のメッシュM4とM5(順不同)であり、その次が、現在位置のメッシュM0の左右斜め後方のメッシュM6とM7(順不同)であり、最後が、現在位置のメッシュM0の後方のメッシュM7である。

図48に示すように、中速走行時には、現在位置701の後方は無視し、進行方向に存在するより多くのメッシュを、ポリゴン作成の対象とする。例えば、現在位置のメッシュM0と、その前方及び左右の8個のメッシュM1~M8を対象とする。そして、やはり、進行方向に応じて、その自動車が次の時点で存在する可能性(つまり、ドライバーが必要とする可能性)のより高いメッシュほどを先順位にするという順序で、これらのメッシュM0~M8を処理していく。すなわち、最初が、現在位置のメッシュM0であり、次が、現在位置のメッシュM0の前方にある

メッシュM5、その次が、更に前方及び左右斜め前方にあるメッシュM2とM4とM6（順不同）、その次が、左右斜め更に前方にあるメッシュM1とM3（順不同）、最後が、左右隣のメッシュM7とM8（順不同）である。

図49に示すように、高速走行時には、自動車の現在位置701から進行方向前方に存在するより一層多くの数のメッシュ（走行速度によって増減するであろうが、例えば18個のメッシュM0～M17）を処理対象とする必要がある。この場合、中速以下のときのように、対象のメッシュ内の全ての道路及び交差点をポリゴン化するのは、装置の性能及びドライバー安全性の観点から、得策ではない。そこで、ドライバーにとって必要性が或る程度以上高い道路及び交差点を選択して、その選択した道路及び交差点のみをポリゴン化する。例えば、その自動車が現在走行している道路の種別と同じ種別の道路及び交差点のみを選択するか、或いは、その同じ種別の道路及び交差に加えて、予め決めておいた優先順位が高い種別の道路及び交差点を選択するというようにである。ここで、道路の種別とは、例えば「国道10号線」とか「靖国通り」といった道路固有名称、及び「国道」、「県道」、「市道」、「自動車専用道路」、「高速道路」などといった道路分類名称のことであり、道路ネットワークデータに含まれるリンクの属性データから得られる。

ポリゴン化する道路及び交差点の数又は種別は、自動車の走行速度 v に応じて、増減することができる。例えば次の原理に従った増減方法を採用することができる。すなわち、現在の走行速度 v でポリゴン化処理を行う必要のあるメッシュの個数を N とし、1メッシュのサイズ（一辺の長さ）を X とし、1メッシュ内で作成すべきポリゴンの平均的個数を m としたとき、1メッシュの処理に要する平均的時間 $S(m)$ が次式を

充たすように、1メッシュ当たりの作成ポリゴン数 m を決定する。

$$S(m) \cdot N = X / v$$

つまり、自動車 1 メッシュ分の距離を通過するのに要する時間 X/v 内に、処理対象の N 個のメッシュの全てのポリゴン化処理を終えるように、1メッシュ当たりの作成すべき平均的ポリゴン数 m を決定する。そして、1メッシュ当たりの実際に作成する平均的ポリゴン数が、上記の m を超えないように、ポリゴン化対象の道路種別を選定する。

以上のような方法で動的に道路及び交差点ポリゴンを作成することにより、自動車の走行速度に応じた適切なドライバ誘導を行うことができる。

図50は、本発明の一実施形態にかかる道路地図表示装置を示す。

この道路地図表示装置800は、市街地図データ801と、ポリゴン道路ネットワークデータ803と、表示部805とを有する。ポリゴン道路ネットワークデータ803は、従来のノードとリンクから構成される道路ネットワークデータにおけるノードの形状データを点データから本発明の方法で作成した交差点ポリゴンデータに置き換え、リンクの形状データを線分データから本発明の方法で作成された純粋道路ポリゴンデータに置き換えたものである。更に、このポリゴン道路ネットワークデータ803には、上述したような純粋道路ポリゴンを分割したレーンポリゴンデータや交差点ポリゴン内に設定した交差点内レーンポリゴンデータを含むこともできる。表示部805は、市街地図データ801から市街地図画像を描画し、ポリゴン道路ネットワークデータ803から市街地図上の道路と交差点の形状に合致した形状をもつ道路ポリゴンと交差点ポリゴンの画像を描画し（必要あれば、それらポリゴンを特定の色で塗りつぶし）、そして、市街地図画像上に道路ポリゴンと交差点ポリ

ゴンの画像を重ねて表示する。これにより、市街地図上の道路と交差点の形状に良好に合致した領域が道路及び交差点として表示される。また、例えばこの装置 800 がカーナビゲーションに用いられる場合、表示部 805 は、ポリゴン道路ネットワークデータ 803 を用いて出発地から目的地までの道路経路を探索する経路探索機能や、ポリゴン道路ネットワークデータ 803 を用いて自動車の現在位置を或る道路ポリゴン又は或る交差点ポリゴン内に入るように修正したりする。

図 51 は、ポリゴン道路ネットワークデータ 803 の構造を示す。

ポリゴン道路ネットワークデータ 803 には、個々のノード（交差点）を表すノードデータ 901 と、個々のリンク（道路）を表すリンクデータ 903 と、ノードとリンクの関連性を表す関連データ 905 とが含まれている。関連データ 905 は、例えば、特定の一つのノードのノードデータ 901 に、特定の n 本のリンクのリンクデータ 903 が接続しているというような、ノードとリンクの接続関係を示している。

各ノードデータ 901 は、そのノードの属性を示す属性データ 913 と、そのノードの形状を示す形状データ 915 とを含む。各リンクデータ 903 は、そのリンクの属性を示す属性データ 917 と、そのリンクの形状を示す形状データ 919 とを含む。ここで、関連データ 905 及び属性データ 913、917 としては、道路ポリゴンデータや交差点ポリゴンデータを作成する最に用いた従来の道路ネットワークデータのそれを流用することができる。一方、ノードの形状データ 915 は、そのノードの交差点ポリゴンデータであり、リンクの形状データ 919 は、そのリンクの純粹道路ポリゴンデータである。

要するに、このポリゴン道路ネットワークデータ 803 は、先述したように、従来の道路ネットワークデータにおいて、各ノードの形状デー

タとして従来の点データを交差点ポリゴンデータに置き換え、かつ、各リンクの形状データとして従来の線分データを純粋ポリゴンデータに置き換えたものである。そのため、例えばカーナビゲーションシステムなどで、このポリゴン道路ネットワークデータ 803 を用いて経路探索やマップマッチングなどの処理を行う場合、従来の道路ネットワークデータを用いた従来の経路探索アルゴリズムや従来のマップマッチングの基本部分を流用することができる。また、このポリゴン道路ネットワークデータ 803 を用いて作成した道路地図画像は、道路及び交差点の形状と位置において、市街地図画像と良好にマッチするので、ユーザにとって見やすいものとなる。

上述した実施形態は本発明の説明のための例示に過ぎず、本発明をこの実施形態のみに限定する趣旨ではない。本発明は、上述の実施形態以外の様々な形態で実施することができる。

請 求 の 範 囲

1. 交差点をノードとし道路をノード間を結ぶリンクにモデル化した道路ネットワークデータから、市街地図データ上の幅員をもった道路を内包する簡易道路多角形を生成する簡易道路多角形作成部と、

前記市街地図データから前記道路の輪郭線を規定する鋳データを作成する鋳データ作成部と、

前記鋳データが規定する輪郭線に沿って前記簡易道路多角形をトリミングすることにより、前記市街地図データ上の道路形状に整形された道路多角形データを作成する道路多角形作成部と、
を具備した道路データ作成装置。

2. 前記簡易道路多角形作成部が、一つのリンクについて独立した複数の簡易道路多角形が作成された場合、それら複数の簡易多角形を道路の外形に相当する外形多角形と、道路の中抜き面に相当する中抜き多角形とに識別する外形・中抜き面識別部を有する請求項 1 記載の道路データ作成装置。

3. 前記簡易道路多角形作成部が、前記ノード及び前記リンクを前記市街地図データ上の道路の幅員よりも大きく膨張させることにより前記簡易道路多角形を作成し、その際、前記ノードは前記リンクよりも大きく膨張させる請求項 1 記載の道路データ作成装置。

4. 前記鋳データ作成部が、前記市街地図データ上の道路付近の形状線を選び出し、選び出した形状線のうち端点が互いに一致又は近接し

ている形状線同士を連結し、連結により得られた線分データを前記欠データとする請求項 1 記載の道路データ作成装置。

5. 前記整形された道路多角形データから、複数の車線を表す複数の車線多角形データを作成する車線データ作成部を更に備えた請求項 1 記載の道路データ作成装置。

6. 前記車線多角形データの各々の内部に誘導線を設定する誘導線設定部を更に備えた請求項 5 記載の道路データ作成装置。

7. 前記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要があるとき、前記一部の地域にのみ含まれる道路について前記整形された道路多角形データを動的に作成する請求項 1 記載の道路データ作成装置。

8. 交差点をノードとし道路をノード間を結ぶリンクにモデル化した道路ネットワークデータから、市街地図データ上の幅員をもった道路を内包する簡易道路多角形を生成する簡易道路多角形作成ステップと、

前記市街地図データから前記道路の輪郭線を規定する欠データを作成する欠データ作成ステップと、

前記欠データが規定する輪郭線に沿って前記簡易道路多角形をトリミングすることにより、前記市街地図データ上の道路形状に整形された道路多角形データを作成する道路多角形作成ステップと、
を有した道路データ作成方法。

9. 前記簡易道路多角形作成ステップが、

一つのリンクについて独立した複数の簡易道路多角形が作成された場合、それら複数の簡易多角形を道路の外形に相当する外形多角形と、道路の中抜き面に相当する中抜き多角形とに識別するステップを含む請求項 8 記載の道路データ作成方法。

10. 前記簡易道路多角形作成ステップが、前記ノード及び前記リンクを前記市街地図データ上の道路の幅員よりも大きく膨張させることにより前記簡易道路多角形を作成し、その際、前記ノードは前記リンクよりも大きく膨張させる請求項 8 記載の道路データ作成方法。

11. 前記線データ作成ステップが、前記市街地図データ上の道路付近の形状線を選び出し、選び出した形状線のうち端点が互いに一致又は近接している形状線同士を連結し、連結により得られた線分データを前記線データとする請求項 8 記載の道路データ作成方法。

12. 前記整形された道路多角形データから、複数の車線を表す複数の車線多角形データを作成する車線データ作成ステップを更に有した請求項 8 記載の道路データ作成方法。

13. 前記車線多角形データの各々の内部に誘導線を設定する誘導線設定ステップを更に有した請求項 12 記載の道路データ作成装置。

14. 前記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要が生じたとき、前記一部の地域

にのみ含まれる道路について前記整形された道路多角形データを動的に作成する請求項 8 記載の道路データ作成方法。

15. 交差点をノードとし道路をノード間を結ぶリンクにモデル化した道路ネットワークデータから、市街地図データ上の幅員をもった道路を内包する簡易道路多角形を生成する簡易道路多角形作成ステップと、

前記市街地図データから前記道路の輪郭線を規定する鋳データを作成する鋳データ作成ステップと、

前記鋳データが規定する輪郭線に沿って前記簡易道路多角形をトリミングすることにより、前記市街地図データ上の道路形状に整形された道路多角形データを作成する道路多角形作成ステップと、

をコンピュータに実行させるためのプログラムを担持したコンピュータ読み取り可能記録媒体。

16. 交差点をノードとし道路をノード間を結ぶリンクにモデル化した道路ネットワークデータから、市街地図データ上の幅員をもった道路を内包する簡易道路多角形を生成する簡易道路多角形作成ステップと、

前記市街地図データから前記道路の輪郭線を規定する鋳データを作成する鋳データ作成ステップと、

前記鋳データが規定する輪郭線に沿って前記簡易道路多角形をトリミングすることにより、前記市街地図データ上の道路形状に整形された道路多角形データを作成する道路多角形作成ステップと、

をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム製品。

17. 表示しようとする道路の各々を多角形で表現した道路多角形

データを含む多角形道路地図データと、

前記道路多角形データを用いて前記道路を表示する表示部と
を備えた道路地図表示装置。

18. 前記多角形道路地図データは、前記道路内の各車線を多角形で表現した車線多角形データを更に含み、

前記表示部は、前記車線多角形データを用いて前記道路内の各車線を更に表示する請求項17記載の道路地図表示装置。

19. 前記多角形道路地図データは、前記各車線内に設定された誘導線を表す誘導線データを更に含み、

前記表示部は、前記誘導線データを用いて、選択された一つの車線内に位置した誘導マークを表示する請求項18記載の道路地図表示装置。

20. 道路ネットワークデータと、

市街地図データと、

前記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要があるとき、道路ネットワークデータと市街地図データとに基づいて、前記一部の地域にのみ含まれる道路について前記道路多角形データを動的に作成する道路多角形データ作成部と、

を更に備えた請求項17記載の道路地図表示装置。

21. 表示しようとする道路の各々を多角形で表現した道路多角形データを用意するステップと、

前記道路多角形データを用いて前記道路を表示するステップと
を有した道路地図表示方法。

22. 前記道路内の各車線を多角形で表現した車線多角形データを用意するステップと、

前記車線多角形データを用いて前記道路内の各車線を表示するステップと

を更に有した請求項21記載の道路地図表示方法。

23. 前記各車線内に設定された誘導線を表す誘導線データを用意するステップと、

前記誘導線データを用いて、選択された一つの車線内に位置した誘導マークを表示するステップと

を更に有した請求項22記載の道路地図表示方法。

24. 道路ネットワークデータと市街地図データを用意するステップと、

前記道路多角形データを用意するステップでは、前記道路ネットワークデータがカバーする全体地図領域の中の一部の地域の道路地図を表示する必要が生じたとき、道路ネットワークデータと市街地図データとに基づいて、前記一部の地域にのみ含まれる道路について前記道路多角形データを動的に作成する

請求項21記載の道路地図表示方法。

25. 表示しようとする道路の各々を多角形で表現した道路多角形

データを用意するステップと、

前記道路多角形データを用いて前記道路を表示するステップと
をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラムを担持した
コンピュータ読取可能な記録媒体。

26. 表示しようとする道路の各々を多角形で表現した道路多角形
データを用意するステップと、

前記道路多角形データを用いて前記道路を表示するステップと
をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム製品。

27. 交差点を表すノードと交差点間の道路を表すノード間のリン
クとを持つ道路ネットワークデータを受ける道路ネットワークデータ受
け入れ部と、

地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市
街地図データを受ける市街地図データ受け入れ部と、

前記道路ネットワークデータを前記市街地図データに投影し、前記道
路ネットワークデータの注目ノードを内包する所定の検索領域を前記市
街地図データ上で決定し、決定した前記検索領域内において、所定の位
置的条件を満たすように位置する前記形状要素点を検索する検索部と、

前記検索部が検索した前記形状要素点を用いて、前記注目ノードにつ
いての交差点多角形データを作成する交差点多角形作成部と
を備えた交差点多角形の作成装置。

28. 前記検索部は、

前記注目ノードに接続する前記リンクを用いて前記検索領域を複数の

サブ検索領域に分割し、前記サブ検索領域の各々に対して固有の固有位置的条件を前記位置的条件として決定し、前記サブ検索領域の各々において、前記固有位置的条件を持たす前記形状要素点を検索し、

前記交差点多角形作成部は、前記検索部が複数の前記サブ検索領域において検索した前記形状要素点を集めて前記交差点多角形データを作成する、

請求項 27 記載の交差点多角形の作成装置。

29. 前記検索部は、

前記サブ検索領域の各々において、前記形状要素点の中で前記注目ノードに最も近い最近点を決定し、前記注目ノードと前記最近点までの第1の距離と、前記第1の距離に所定の許容幅を加えた第2の距離との間の距離範囲だけ前記注目点から離れているバンド領域を設定し、そして、このバンド領域内に存在するという条件を前記固有位置的条件として決定する請求項 28 記載の交差点多角形の作成装置。

30. 前記市街地図データがカバーする市街地図領域をそれぞれ多数のセルに分割するセル分割部を更に備え、

前記検索部は、

前記市街地図領域のセルの中から、前記注目ノードに対応する位置に近接する少なくとも1個のセルを対象セルとして選択し、前記対象セル内で前記検索領域を決定する、

請求項 27 記載の交差点多角形の作成装置。

31. 道路多角形データを持つ道路地図データを受ける道路地図デ

ータ受け入れ部と、

前記道路多角形データと前記交差点多角形データとが重複する領域をもつとき、前記交差点多角形データを用いて前記道路多角形データから前記重複する領域を除去して、前記交差点多角形データと重複しない純粋な道路多角形データを作成する道路多角形補正部と
を更に備えた請求項 2 7 記載の交差点多角形の作成装置。

3 2. 前記交差点多角形データから、複数の道路に接する複数の接線を決定する接線決定部と、

前記接線決定部が決定した複数の接線の中から 2 本の接線を抽出する接線ペア抽出部と、

前記交差点多角形データがカバーする多角形領域内で、前記接線ペア抽出部が抽出した 2 本の接線同士を滑らかに結ぶ略セクタ状又は略矩形状の誘導用交差点多角形を作成する誘導用交差点多角形作成部と、
を更に備えた請求項 2 6 記載の交差点多角形の作成装置。

3 3. 道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを持つ道路地図データを受ける道路地図データ受け入れ部と、

前記道路地図データから、表示しようとする複数の道路の前記道路多角形データと、前記複数の道路を繋げるための前記誘導用交差点多角形データとを選択し、選択した前記道路多角形データ及び前記誘導用交差点多角形データを用いて、前記道路及び交差点を表示する表示部と、
を備えた道路地図表示装置。

3 4. 道路多角形データと交差点多角形データとを持つ道路地図デ

ータを受ける道路地図データ受け入れ部と、

渋滞列の端位置を示す渋滞情報を受ける渋滞情報受け入れ部と、

前記道路地図データから、渋滞列の端位置が存在する道路又は交差点についての前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを選択し、選択した前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを前記端位置で前記渋滞列内の領域と前記渋滞列外の領域とに分割する多角形分割部と、

前記多角形分割部が分割した前記端位置が存在する前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データの前記渋滞列内の領域と、この渋滞列内の領域から前記渋滞列に沿って連続して存在する道路及び交差点の前記道路多角形データ及び前記交差点多角形データとを用いて、前記渋滞列の存在する道路及び交差点の領域を表示する表示部とを備えた道路地図表示装置。

35. 交差点を表すノードと交差点間の道路を表すノード間のリンクとを持つ道路ネットワークデータを受けるステップと、

地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市街地図データを受けるステップと、

前記道路ネットワークデータを前記市街地図データに投影し、前記道路ネットワークデータの注目ノードを内包する所定の検索領域を前記市街地図データ上で決定し、決定した前記検索領域内において、所定の位置的条件を満たすように位置する前記形状要素点を検索する検索ステップと、

検索した前記形状要素点を用いて、前記注目ノードについての交差点多角形データを作成する交差点多角形作成ステップと、

を備えた交差点多角形の作成方法。

36. 道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを持つ道路地図データを受けるステップと、

前記道路地図データから、表示しようとする複数の道路の前記道路多角形データと、前記複数の道路を繋げるための前記誘導用交差点多角形データとを選択するステップと、

選択した前記道路多角形データ及び前記誘導用交差点多角形データを用いて、前記道路及び交差点を表示するステップと、
を備えた道路地図表示方法。

37. 道路多角形データと交差点多角形データとを持つ道路地図データを受けるステップと、

渋滞列の終端位置を示す渋滞情報を受けるステップと、

前記道路地図データから、渋滞列の終端位置が存在する道路又は交差点についての前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを選択し、選択した前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを前記終端位置で上流側領域部分と下流側領域部分とに分割する多角形分割ステップと、

前記多角形分割ステップで分割された前記終端位置が存在する前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データの下流側領域と、この下流側領域よりも前記渋滞列に沿って下流に存在する道路及び交差点についての前記道路多角形データ及び前記交差点多角形データを用いて、前記渋滞列の存在する道路及び交差点の領域を表示する渋滞表示ステップと
を備えた道路地図表示方法。

38. 交差点を表すノードと交差点間の道路を表すノード間のリンクとを持つ道路ネットワークデータを受けるステップと、

地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市街地図データを受けるステップと、

前記道路ネットワークデータを前記市街地図データに投影し、前記道路ネットワークデータの注目ノードを内包する所定の検索領域を前記市街地図データ上で決定し、決定した前記検索領域内において、所定の位置的条件を満たすように位置する前記形状要素点を検索する検索ステップと、

検索した前記形状要素点を用いて、前記注目ノードについての交差点多角形データを作成する交差点多角形作成ステップと、
をコンピュータに実行させるためのプログラムを担持したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

39. 交差点を表すノードと交差点間の道路を表すノード間のリンクとを持つ道路ネットワークデータを受けるステップと、

地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市街地図データを受けるステップと、

前記道路ネットワークデータを前記市街地図データに投影し、前記道路ネットワークデータの注目ノードを内包する所定の検索領域を前記市街地図データ上で決定し、決定した前記検索領域内において、所定の位置的条件を満たすように位置する前記形状要素点を検索する検索ステップと、

検索した前記形状要素点を用いて、前記注目ノードについての交差点

多角形データを作成する交差点多角形作成ステップと、
をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム製品。

40. 道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを持つ道路
地図データを受けるステップと、

前記道路地図データから、表示しようとする複数の道路の前記道路多
角形データと、前記複数の道路を繋げるための前記誘導用交差点多角形
データとを選択するステップと、

選択した前記道路多角形データ及び前記誘導用交差点多角形データを
用いて、前記道路及び交差点を表示するルート表示ステップと、
をコンピュータに実行させるためのプログラムを担持したコンピュータ
読み取り可能な記録媒体。

41. 道路多角形データと誘導用交差点多角形データとを持つ道路
地図データを受けるステップと、

前記道路地図データから、表示しようとする複数の道路の前記道路多
角形データと、前記複数の道路を繋げるための前記誘導用交差点多角形
データとを選択するステップと、

選択した前記道路多角形データ及び前記誘導用交差点多角形データを
用いて、前記道路及び交差点を表示するルート表示ステップと、
をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム製品。

42. 道路多角形データと交差点多角形データとを持つ道路地図デ
ータを受けるステップと、

渋滞列の終端位置を示す渋滞情報を受けるステップと、

前記道路地図データから、渋滞列の終端位置が存在する道路又は交差点についての前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを選択し、選択した前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを前記終端位置で上流側領域部分と下流側領域部分とに分割する多角形分割ステップと、

前記多角形分割ステップで分割された前記終端位置が存在する前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データの下流側領域と、この下流側領域よりも前記渋滞列に沿って下流に存在する道路及び交差点についての前記道路多角形データ及び前記交差点多角形データを用いて、前記渋滞列の存在する道路及び交差点の領域を表示する渋滞表示ステップとをコンピュータに実行させるためのプログラムを担持したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

43. 道路多角形データと交差点多角形データとを持つ道路地図データを受けるステップと、

渋滞列の終端位置を示す渋滞情報を受けるステップと、

前記道路地図データから、渋滞列の終端位置が存在する道路又は交差点についての前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを選択し、選択した前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データを前記終端位置で上流側領域部分と下流側領域部分とに分割する多角形分割ステップと、

前記多角形分割ステップで分割された前記終端位置が存在する前記道路多角形データ又は前記交差点多角形データの下流側領域と、この下流側領域よりも前記渋滞列に沿って下流に存在する道路及び交差点についての前記道路多角形データ及び前記交差点多角形データを用いて、前記

渋滞列の存在する道路及び交差点の領域を表示する渋滞表示ステップと
をコンピュータに実行させるためのコンピュータプログラム製品。

44. 道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータを格納した、コンピュータ読取可能な記録媒体。

45. 道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータと、

前記ポリゴン道路ネットワークデータを受け、交差点を表現した多角形と道路を表現した多角形とからなるポリゴン道路画像を作成し表示する表示部と

を備えた道路地図表示装置。

46. 更に、地図要素の形状を形状要素点のセットで表現した線分データを持つ市街地図データを備え、

前記表示部が、前記市街地図データを用いて市街地図画像を作成し、
前記市街地図画像に前記ポリゴン道路画像を重ねて表示する、
請求項45記載の道路地図表示装置。

47. 前記表示部が、更に前記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて経路探索又はマップマッチングを行うことができる、請求項45記載の道路地図表示装置。

48. 道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータ、を受けるステップと、

受けた前記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて交差点を表現した多角形と道路を表現した多角形とからなるポリゴン道路画像を作成し表示するステップと

を有する道路地図表示方法。

49. 道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータ、を受けるステップと、

受けた前記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて交差点を表現した多角形と道路を表現した多角形とからなるポリゴン道路画像を作成し表示するステップと

をコンピュータに実行させるコンピュータプログラムを格納したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

50. 道路ネットワークを構成するように相互に関連付けられたノードデータとリンクデータとを有し、各ノードデータは各ノードの交差点の形状を多角形で表現した交差点多角形データを含み、各リンクの道路の形状を多角形で表現した道路多角形データを含んでいるポリゴン道路ネットワークデータ、を受けるステップと、

受けた前記ポリゴン道路ネットワークデータを用いて交差点を表現した多角形と道路を表現した多角形とからなるポリゴン道路画像を作成し表示するステップと

をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム製品。

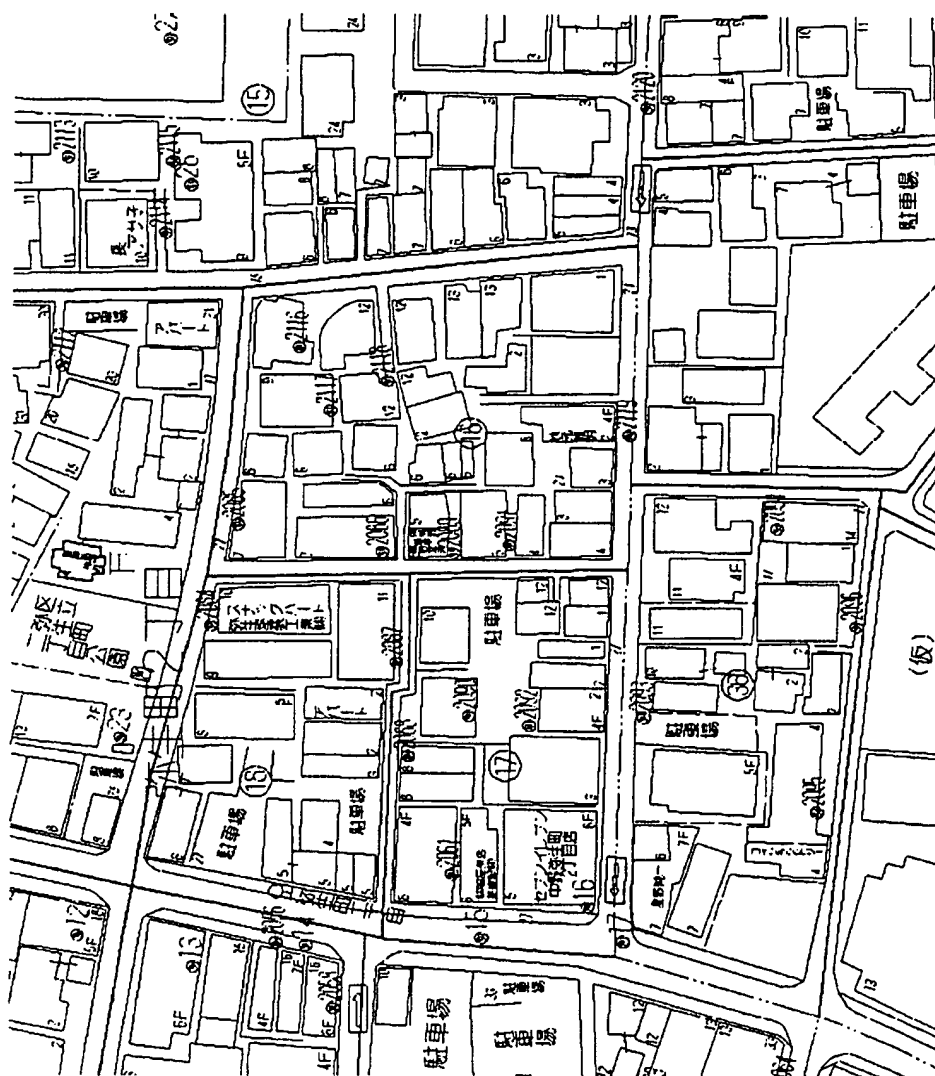


FIG.1

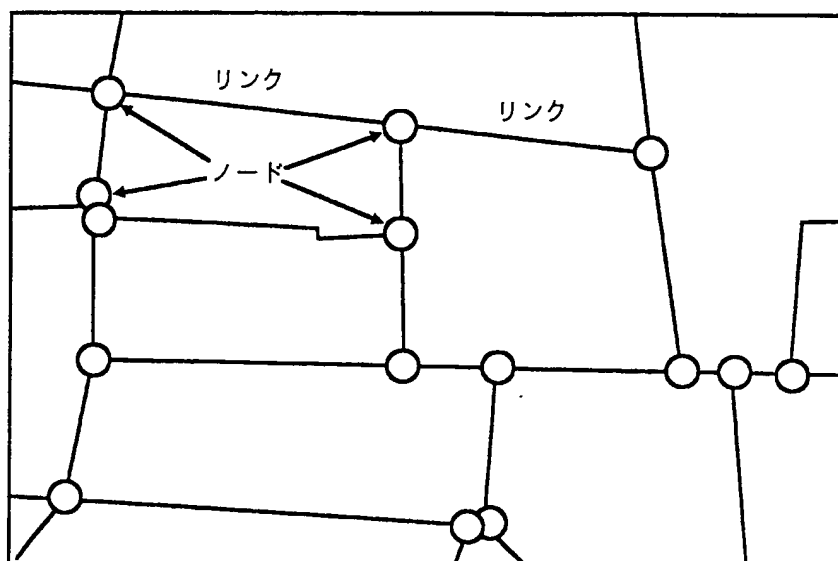


FIG.2

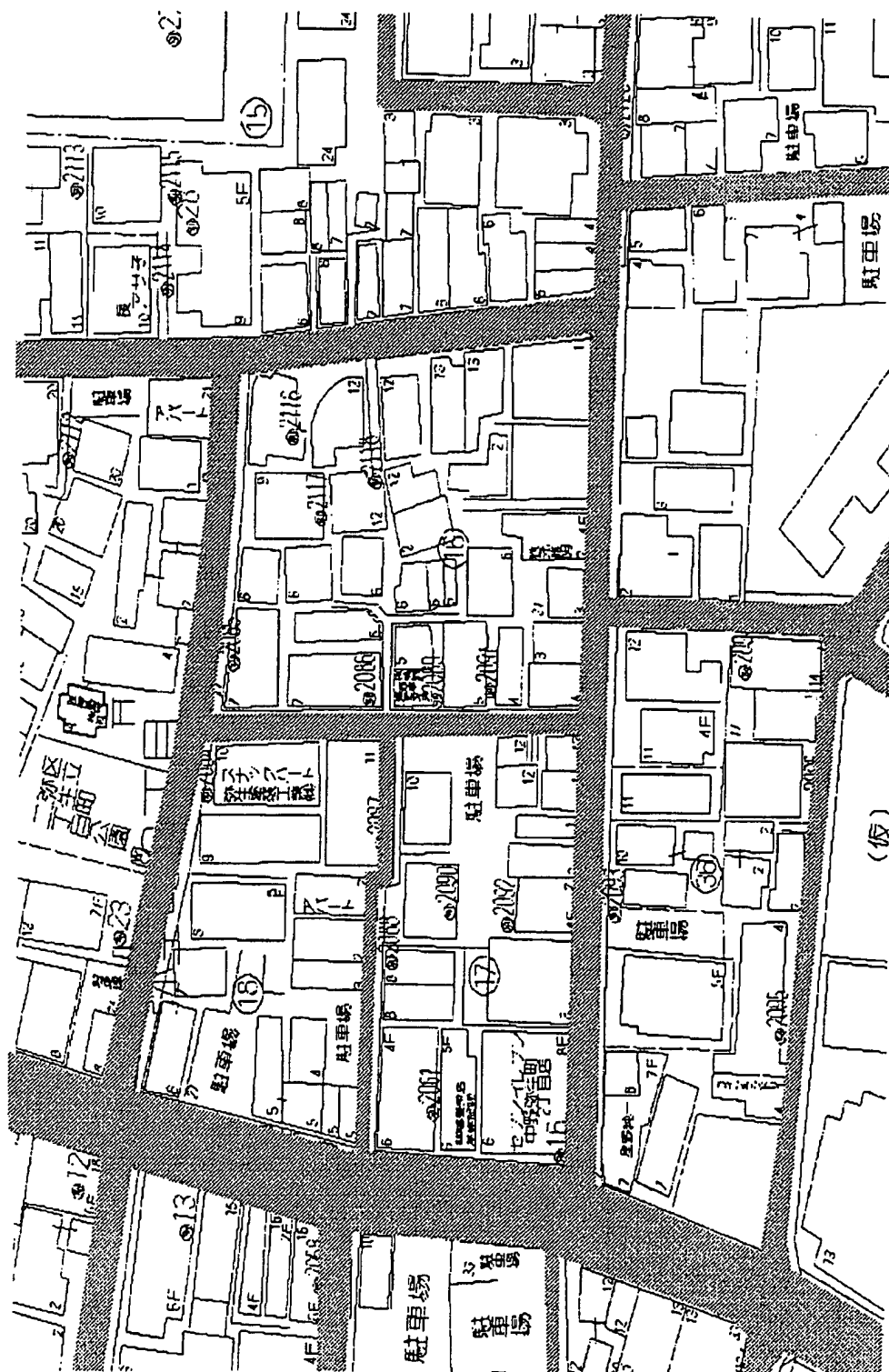


FIG. 3

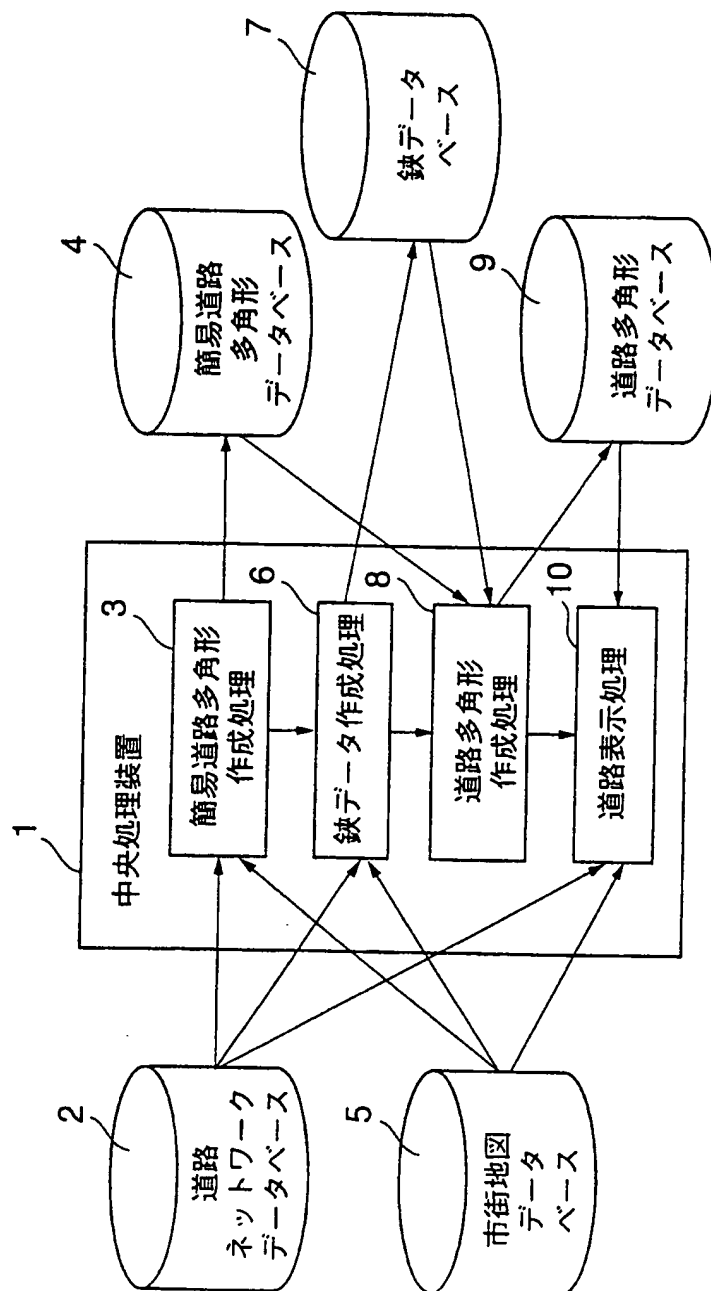
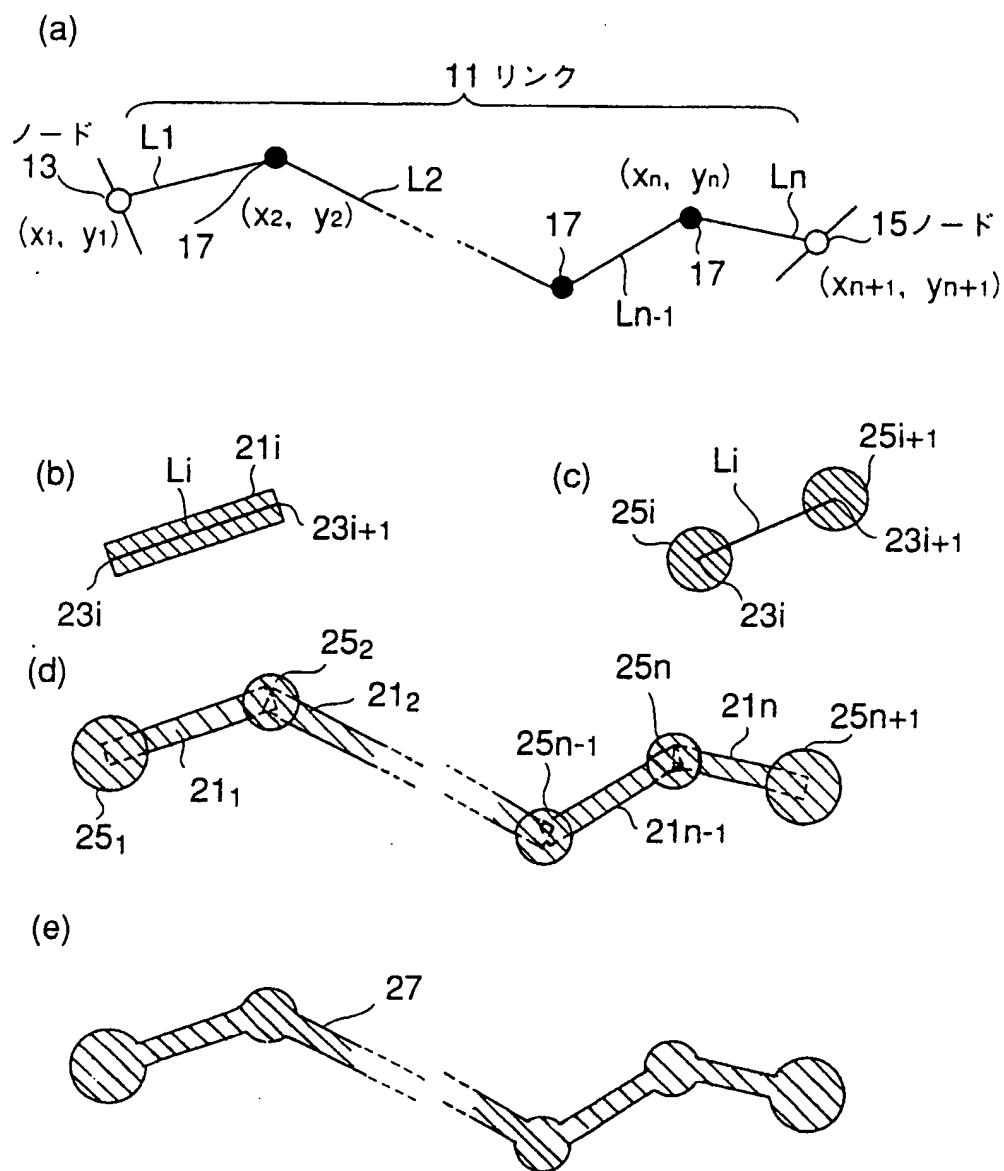


FIG.4



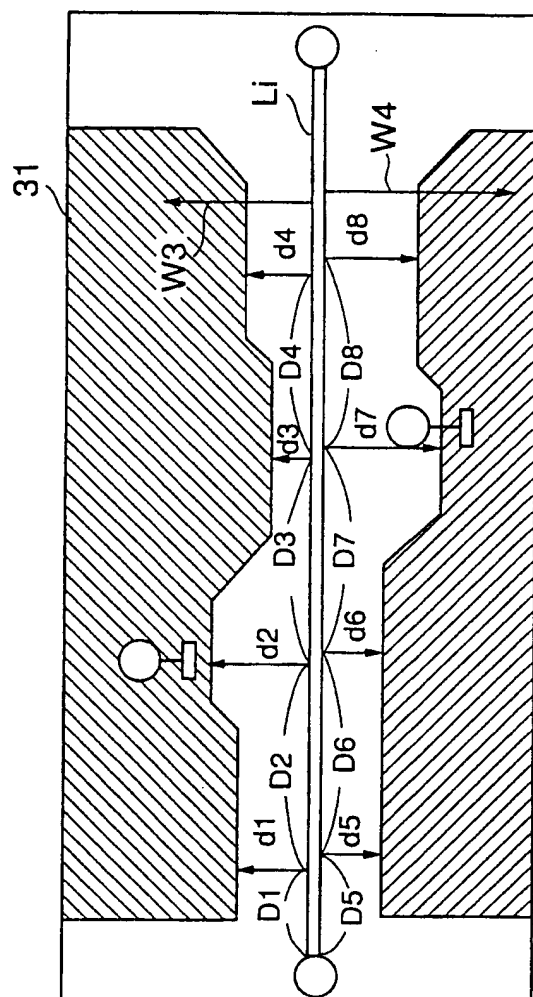


FIG. 6

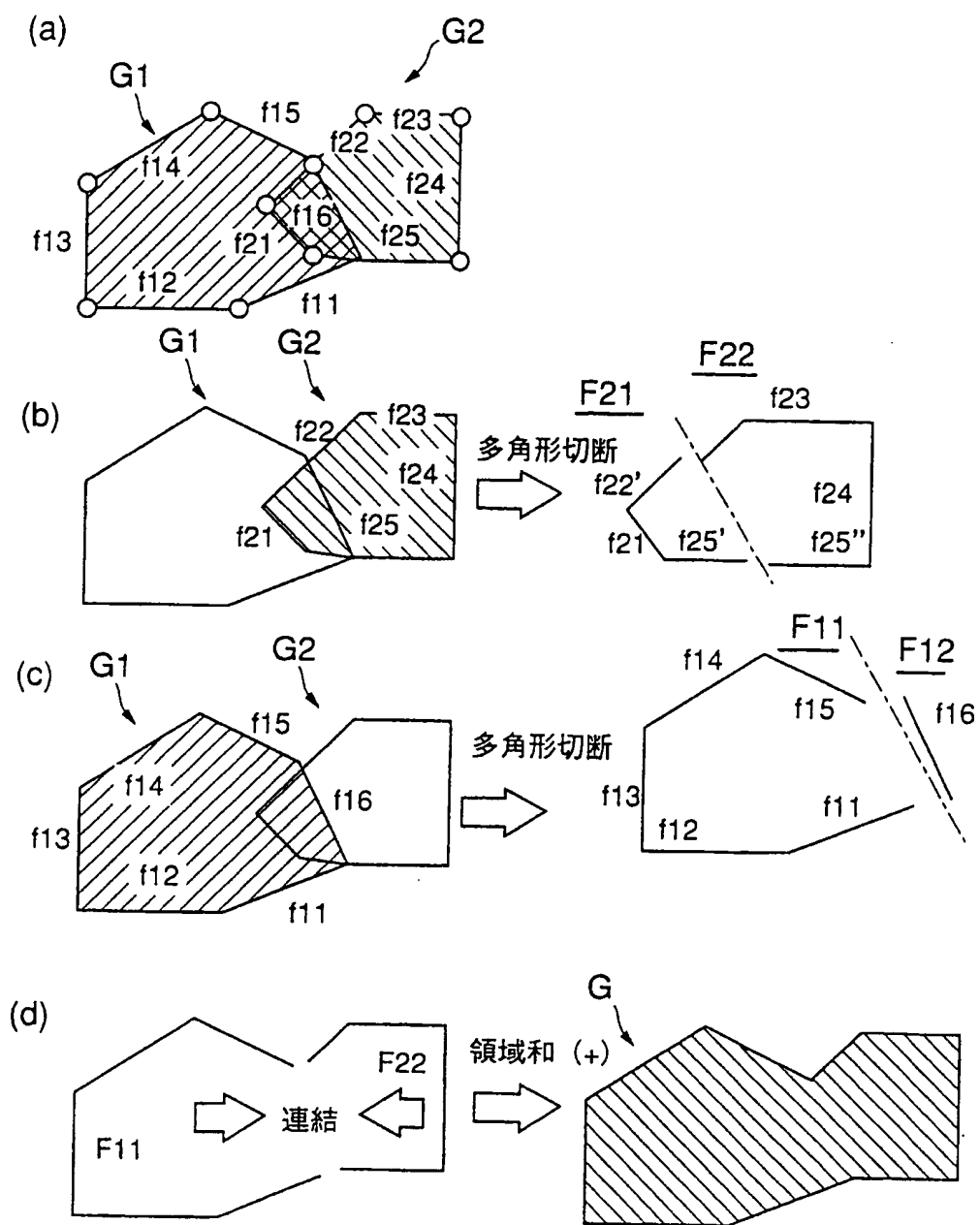


FIG.7

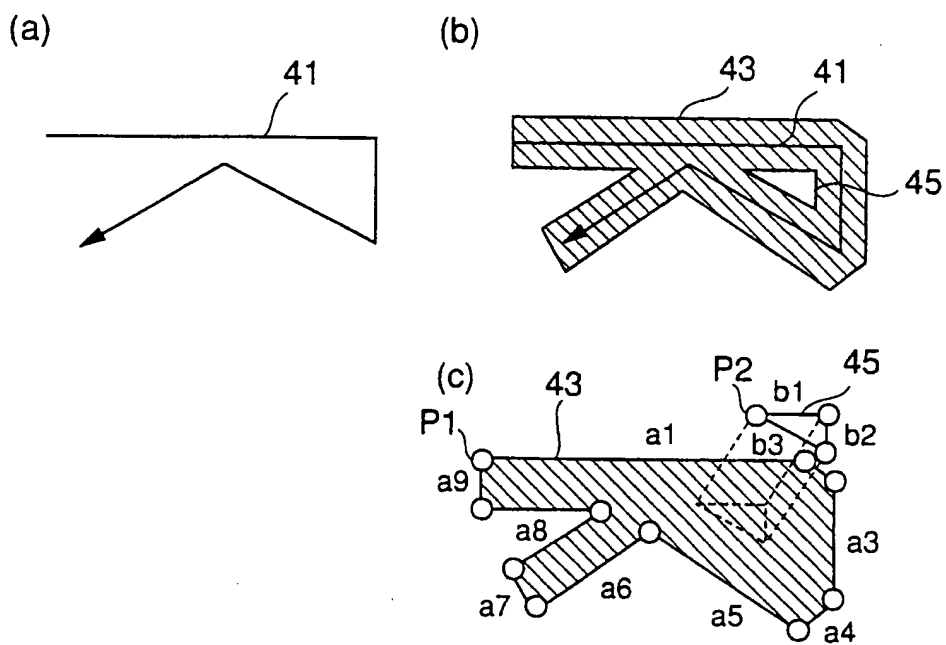


FIG.8

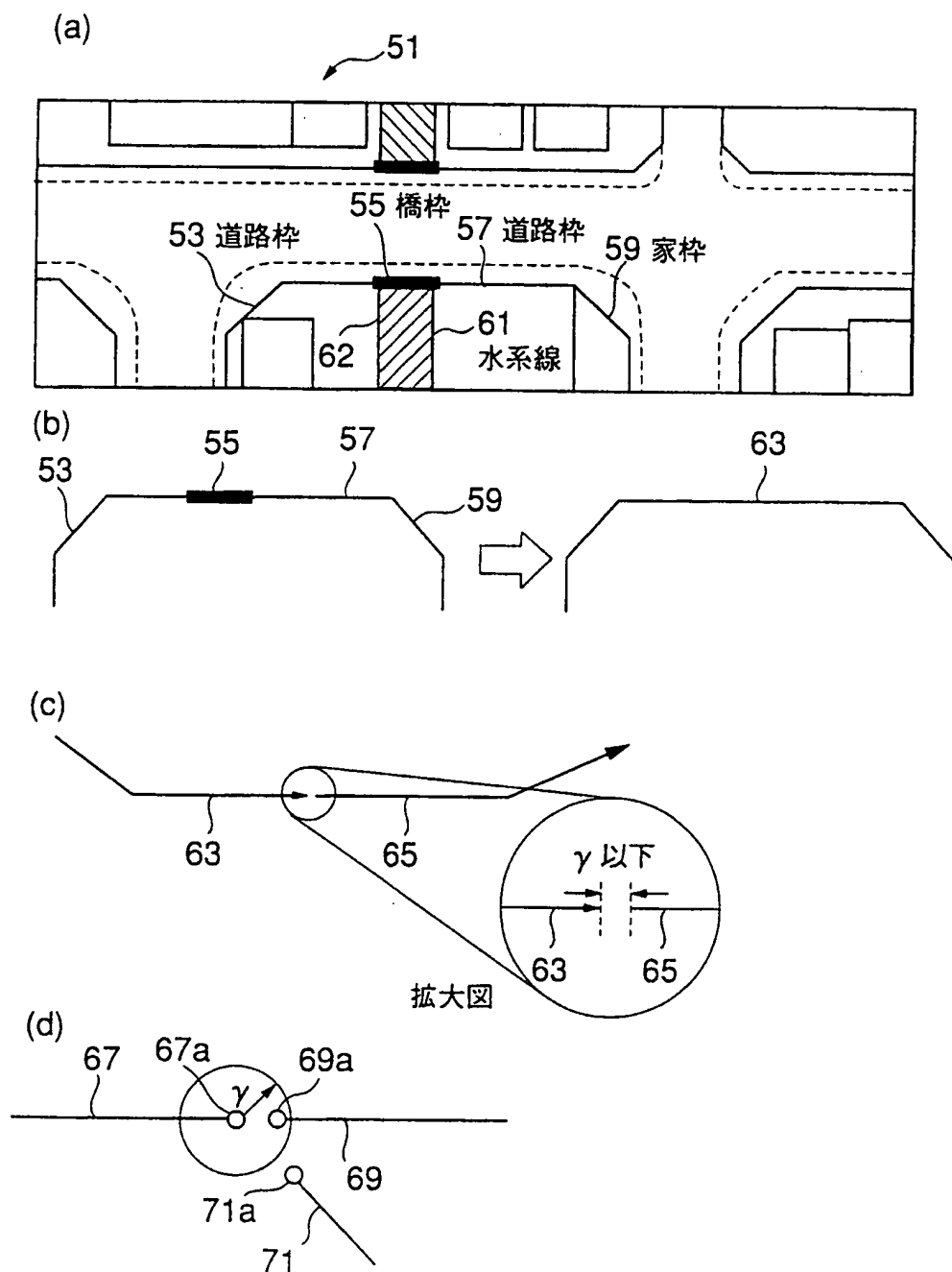


FIG.9

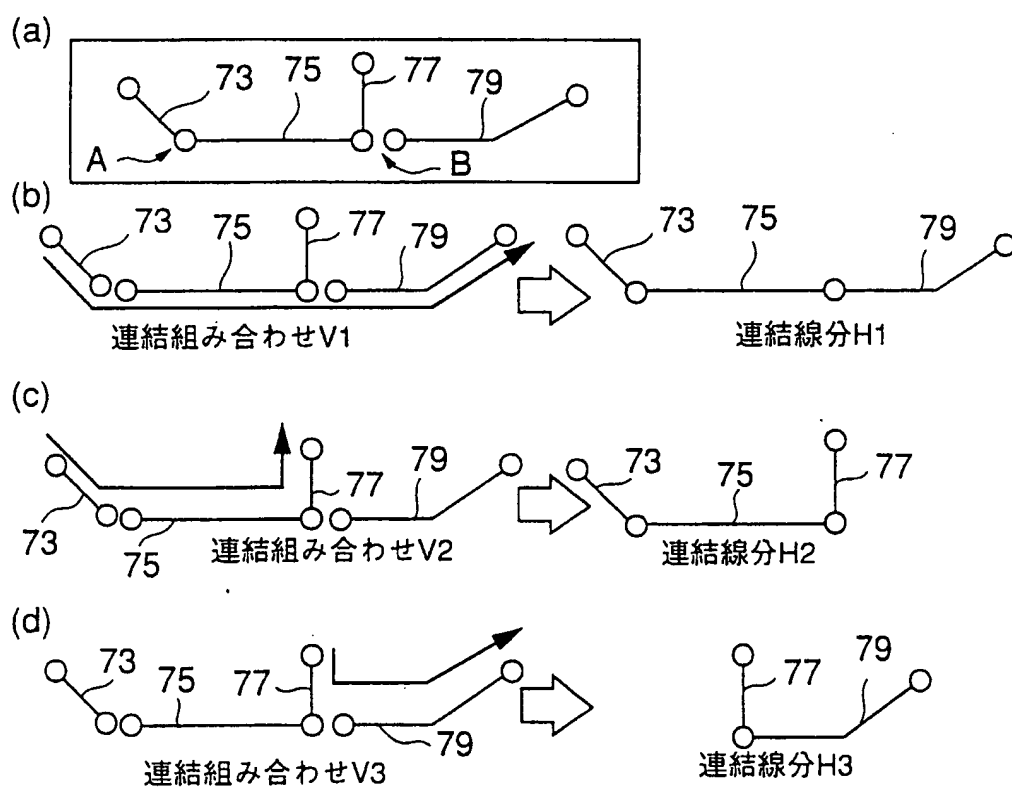


FIG.10

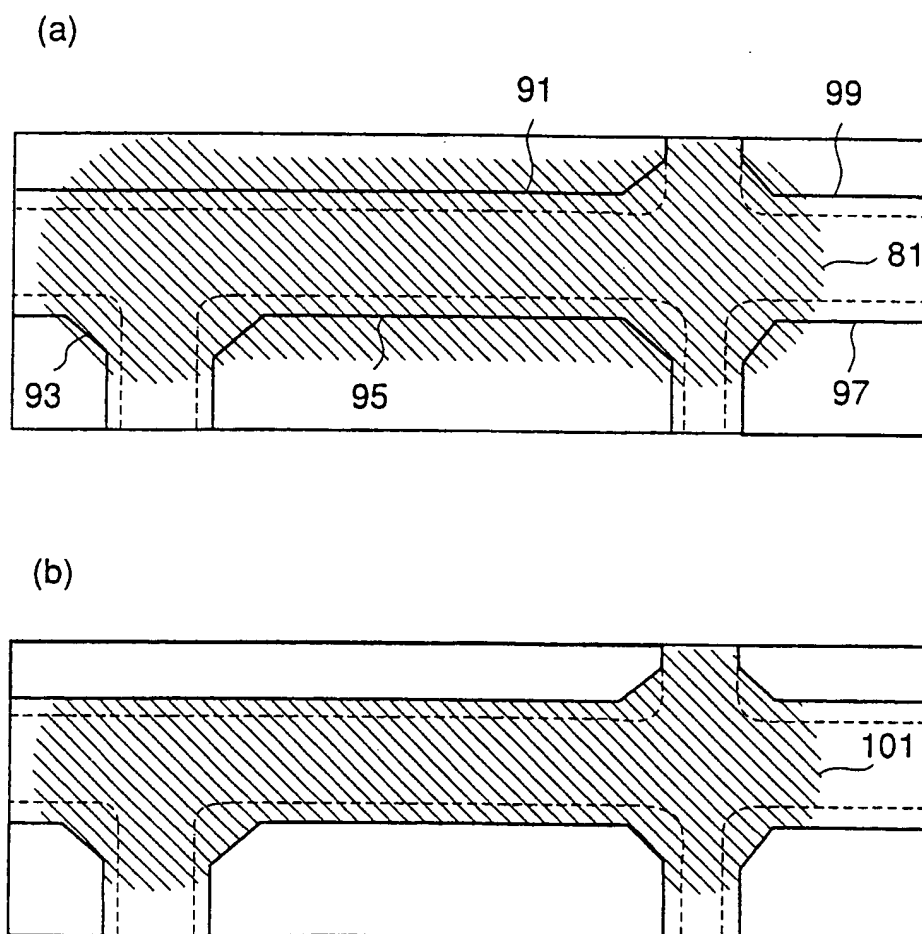


FIG.11

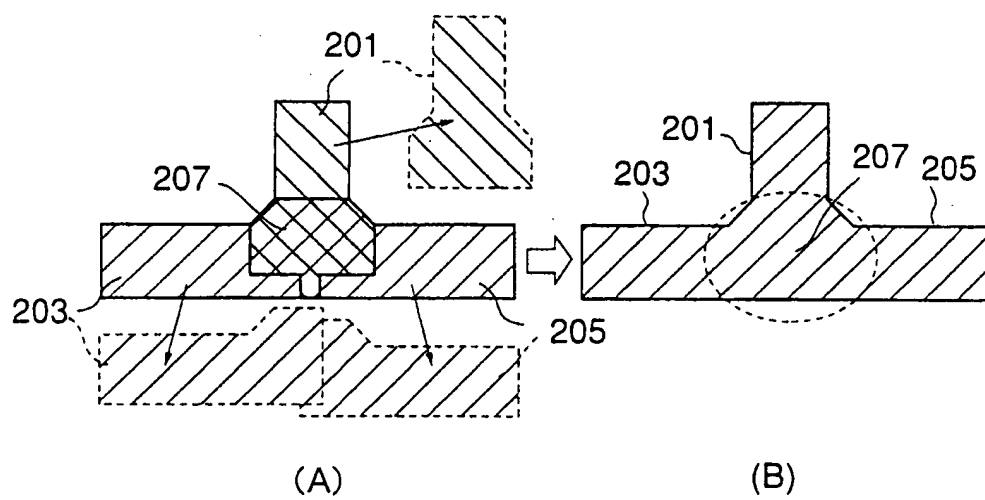


FIG.12

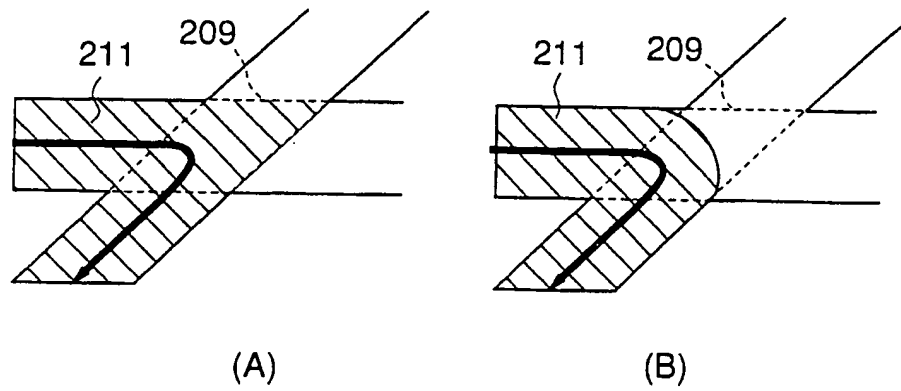


FIG.13

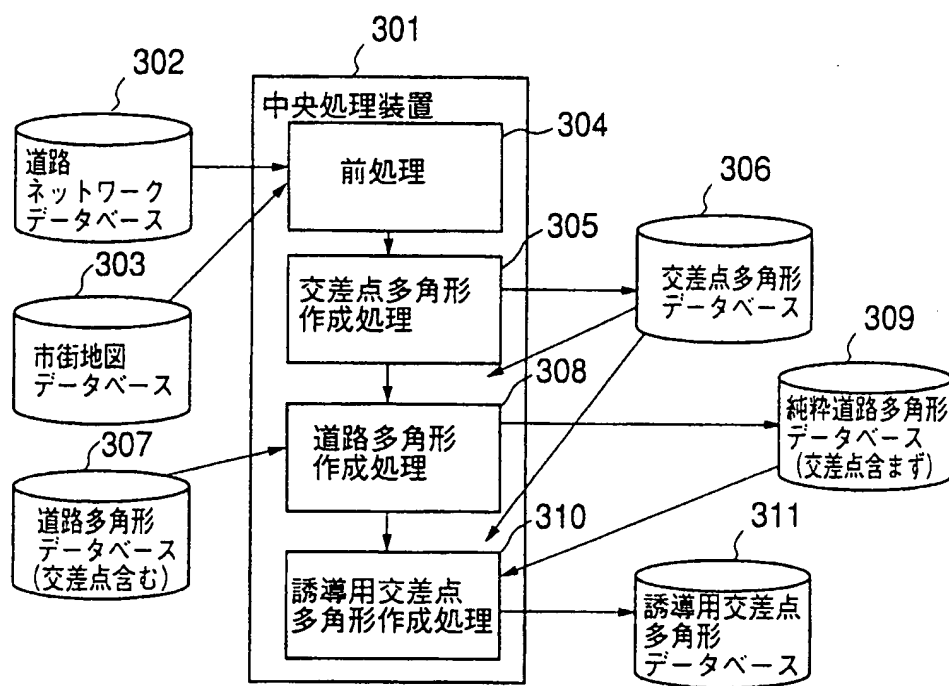


FIG.14

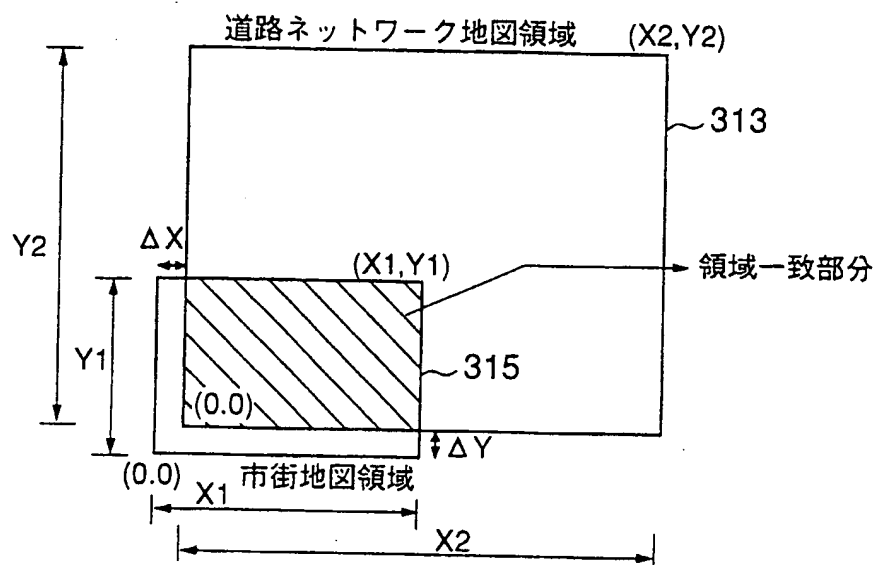


FIG.15

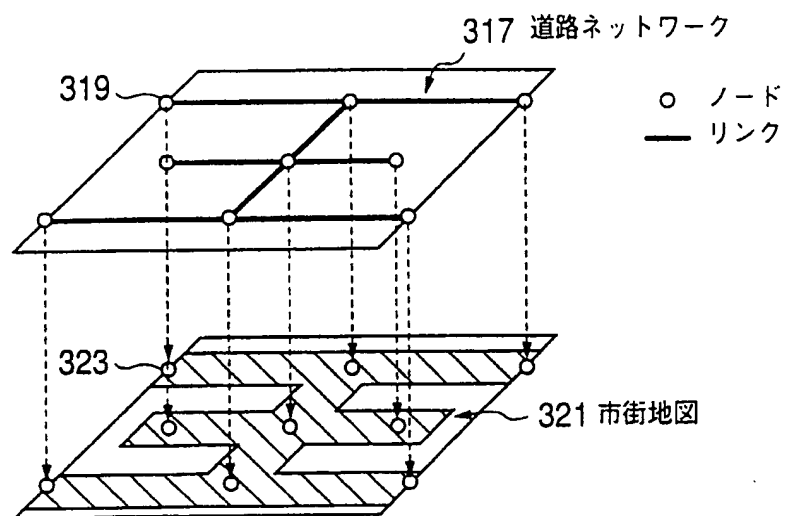


FIG.16

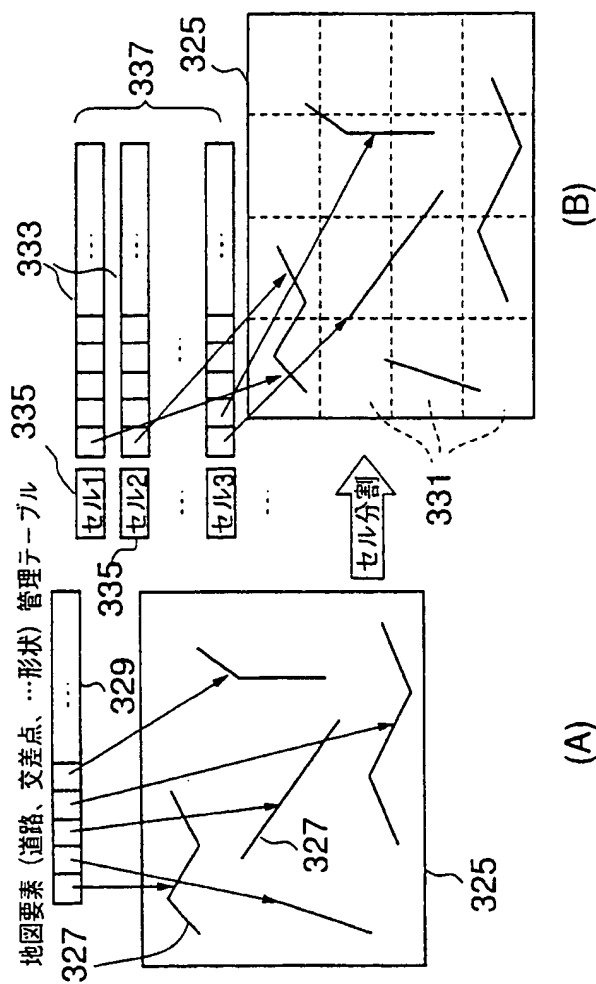


FIG.17

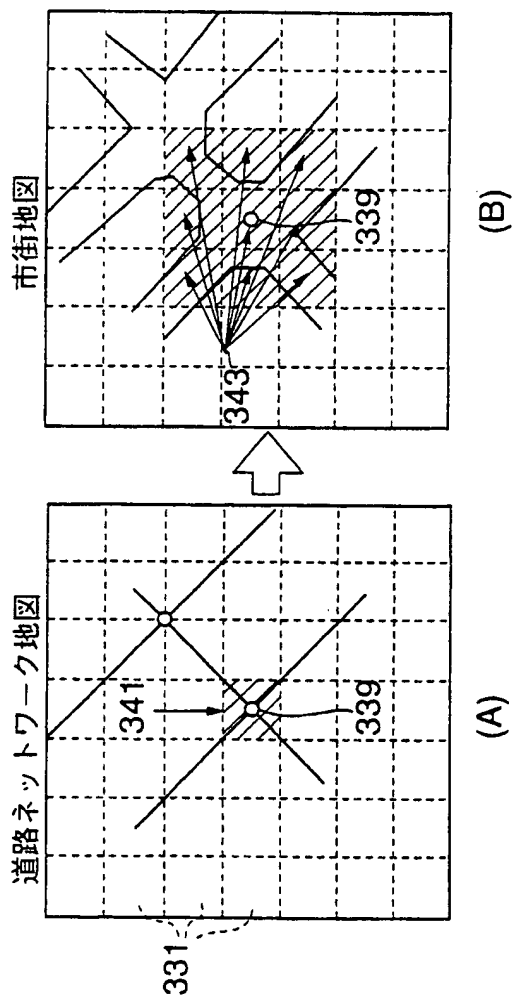
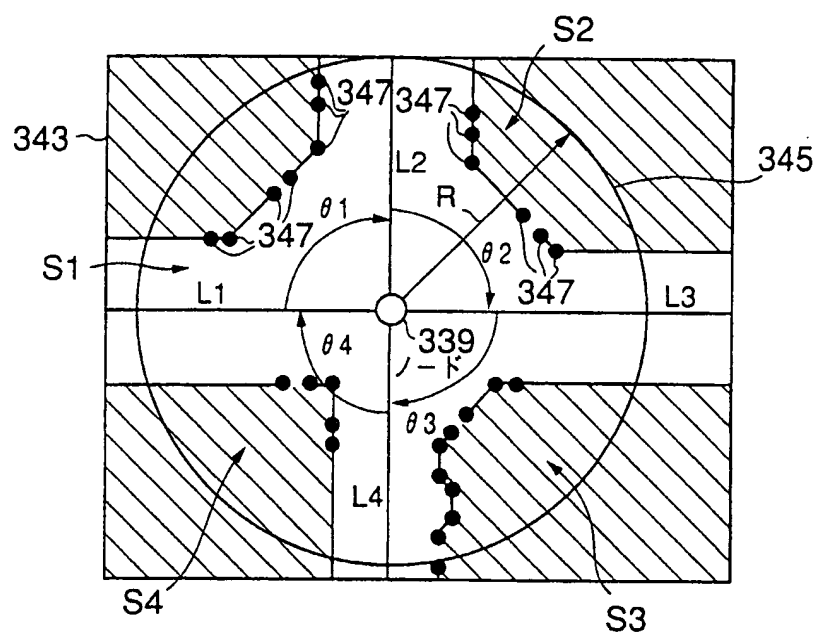


FIG.18



検索範囲
 Li:道路ネットワークのリンク
 θ i:リンクのなす角度
 ●:住宅地図の形状要素点

FIG.19

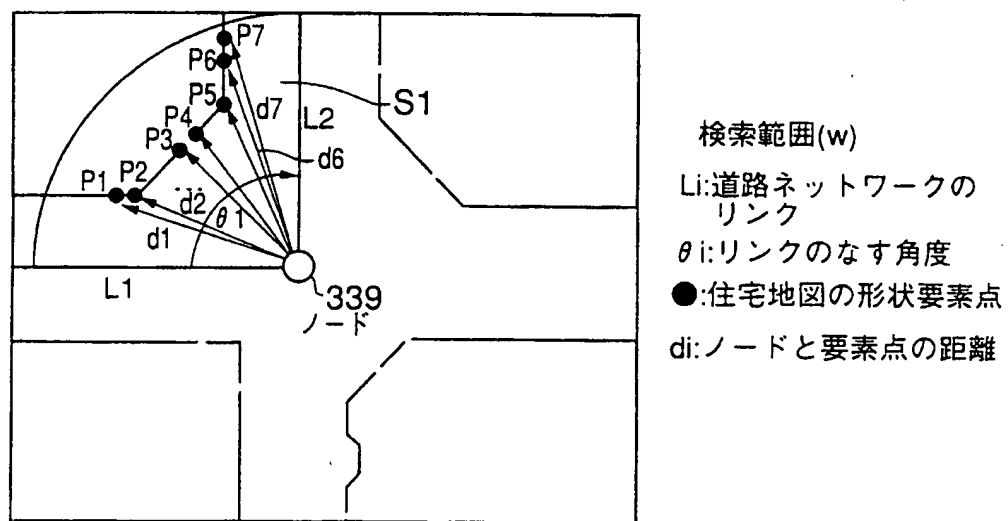


FIG.20

349

項番	座標	角度	距離
1	$P_j(x_j, y_j)$	γ_j	d_j
...

FIG.21

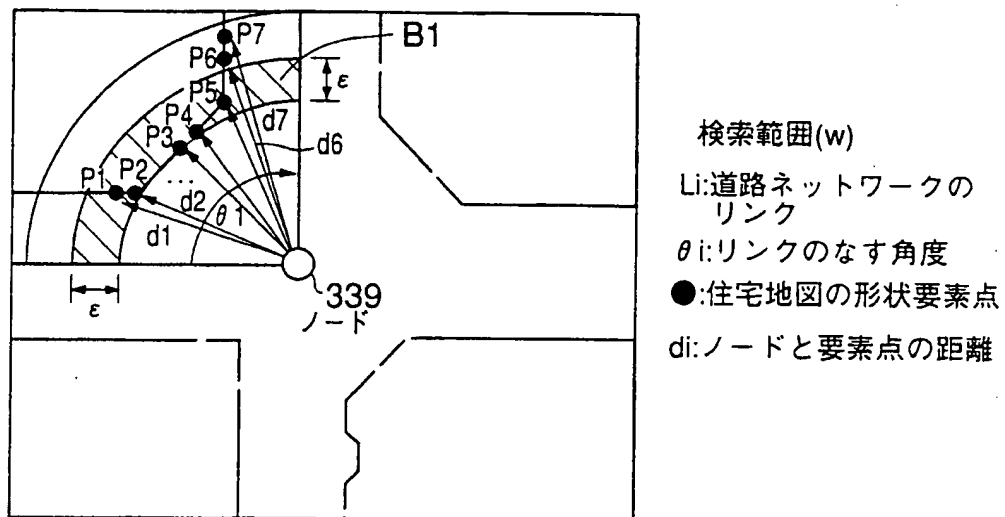


FIG.22

351

項番	座標	角度	距離
1	P2	$\gamma 1$	d2
2	P3	$\gamma 3$	d3
3	P4	$\gamma 4$	d4
4	P1	$\gamma 1$	d1
5	P5	$\gamma 5$	d5
...

FIG.23

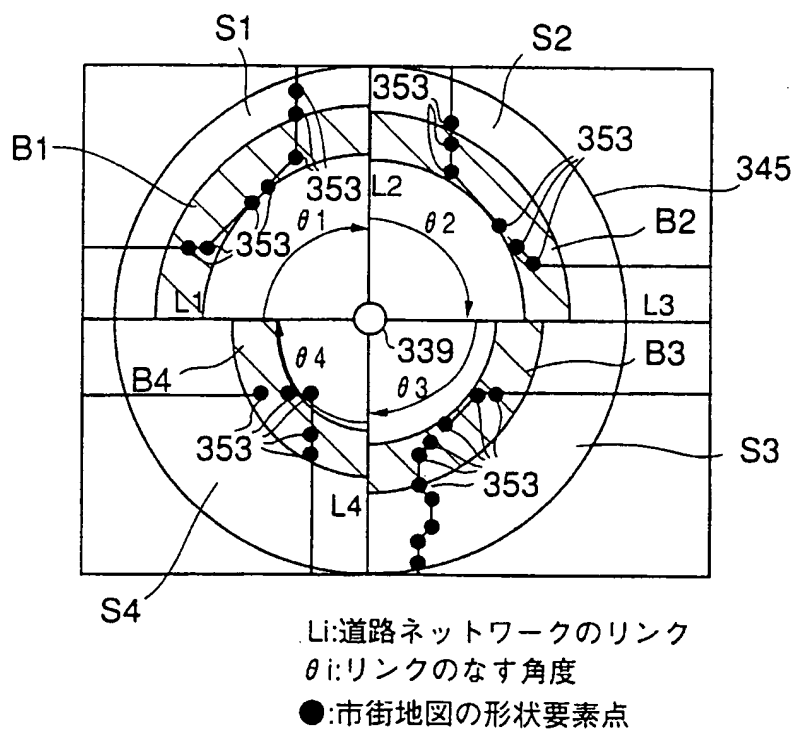


FIG.24

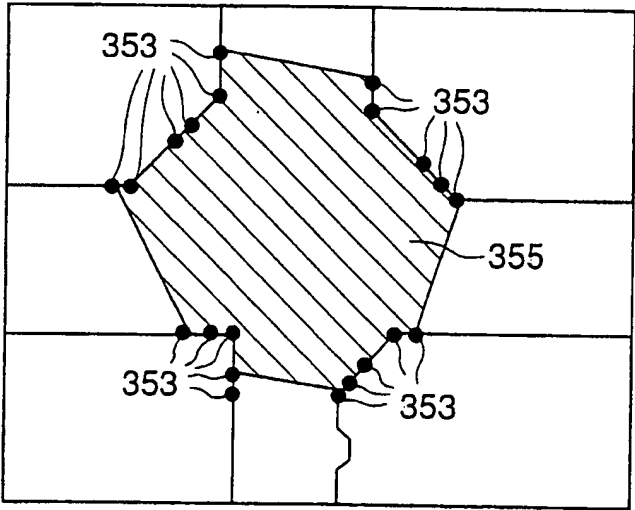


FIG.25

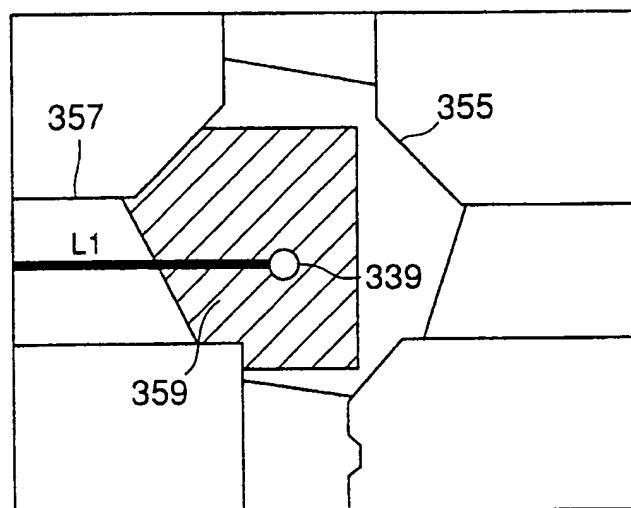


FIG.26

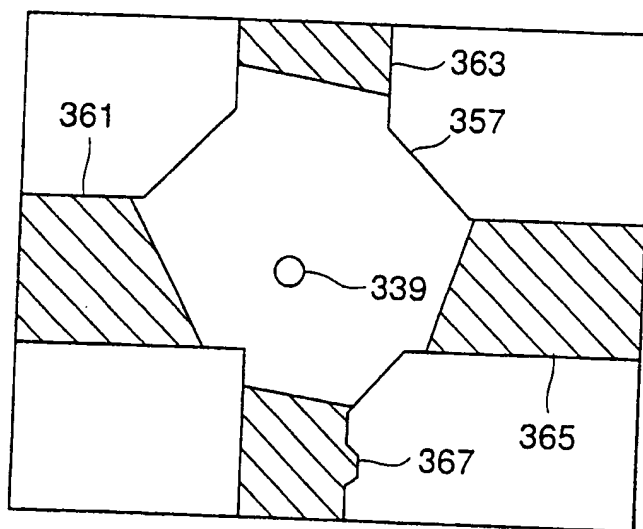


FIG.27

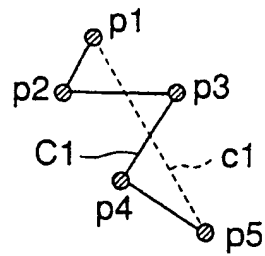


FIG.29

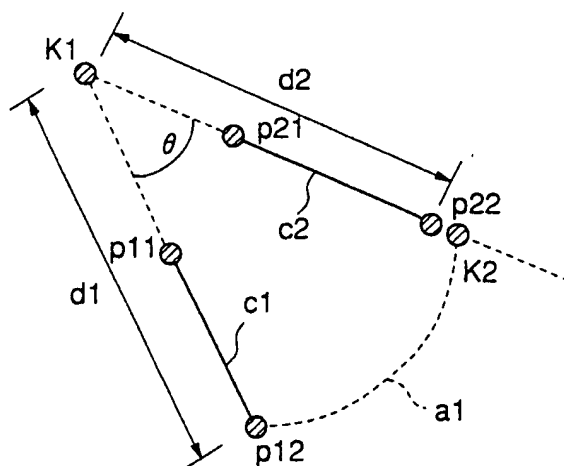


FIG.30

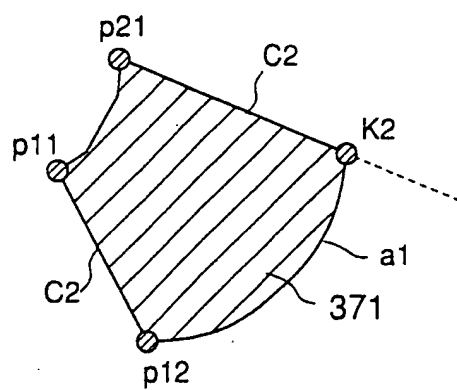


FIG.31

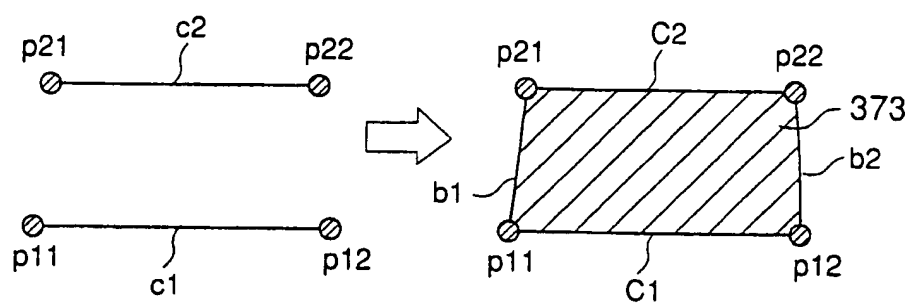


FIG.32

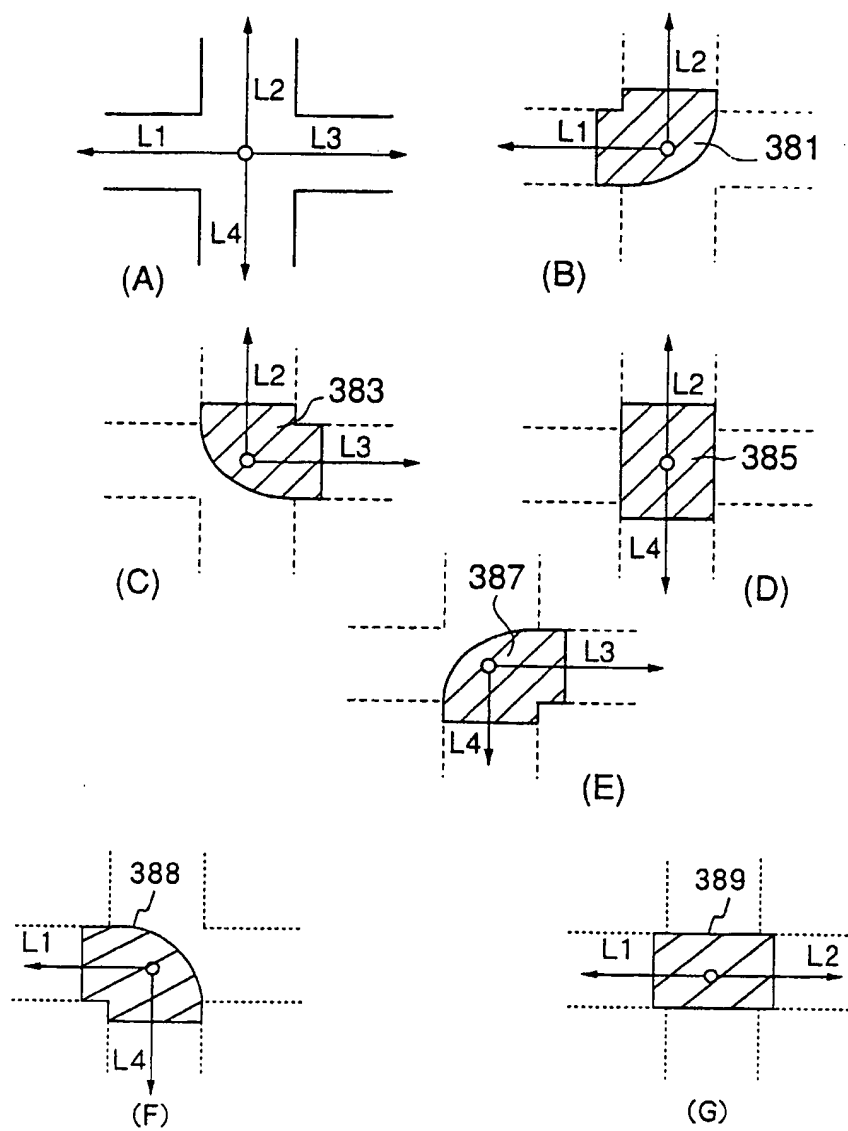


FIG.33

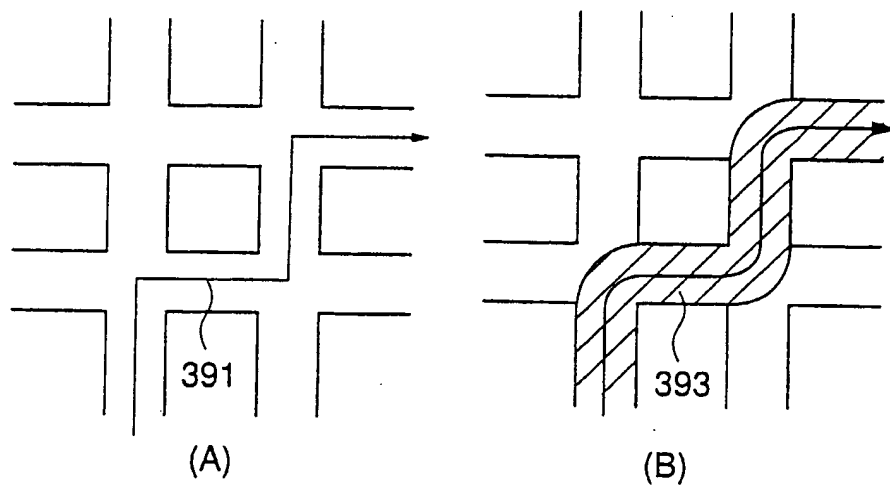


FIG.34

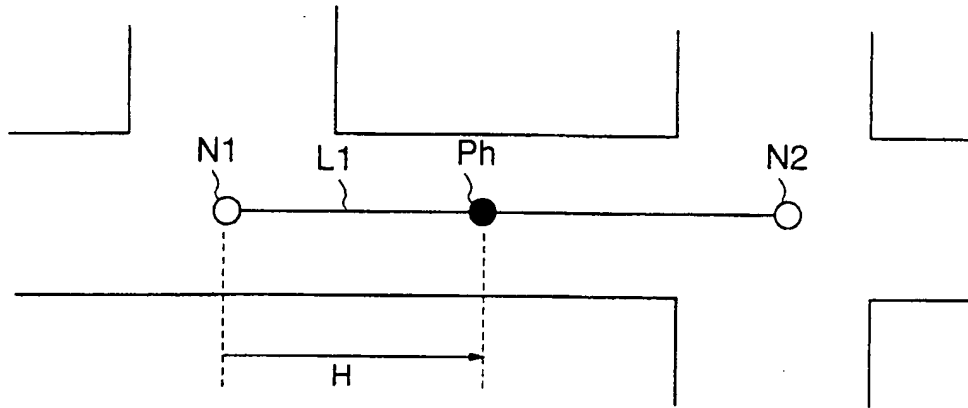


FIG. 35

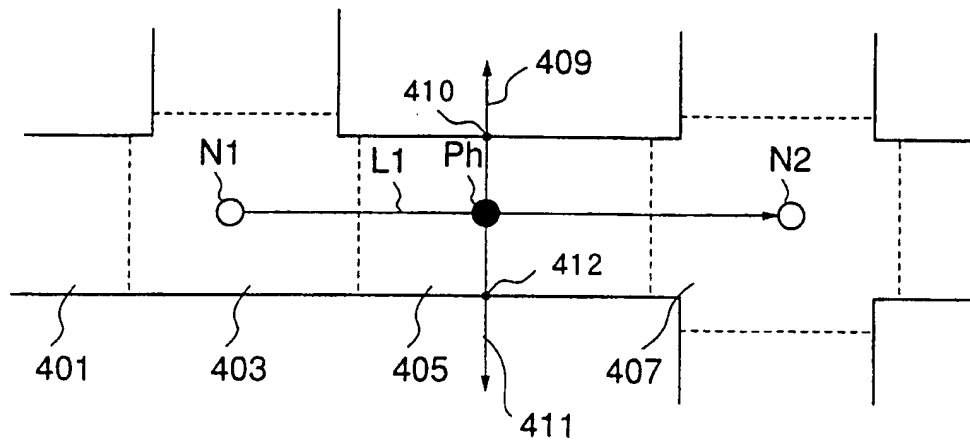


FIG. 36

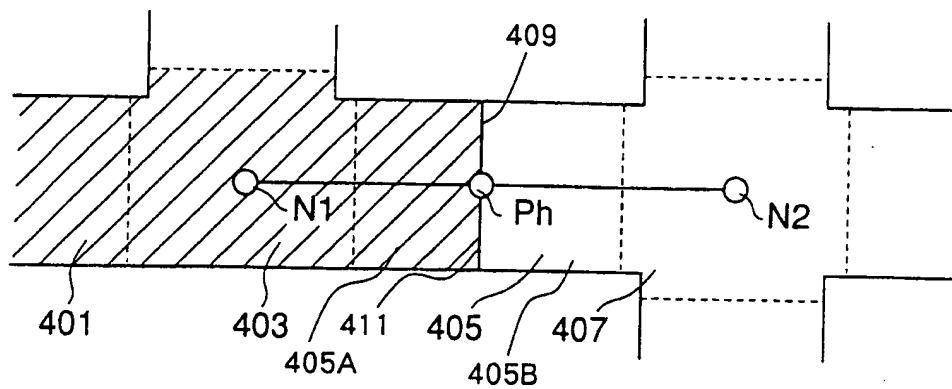


FIG.37

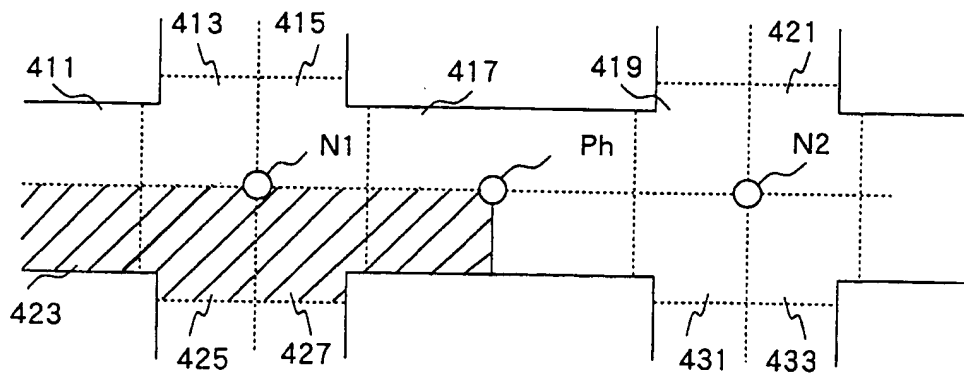


FIG.38

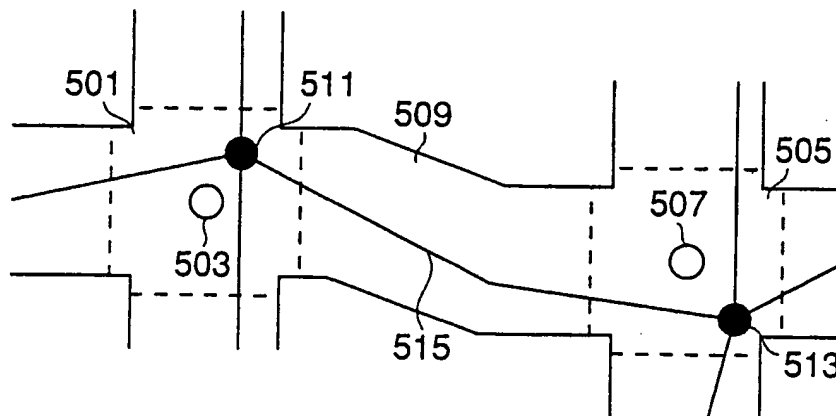


FIG.39

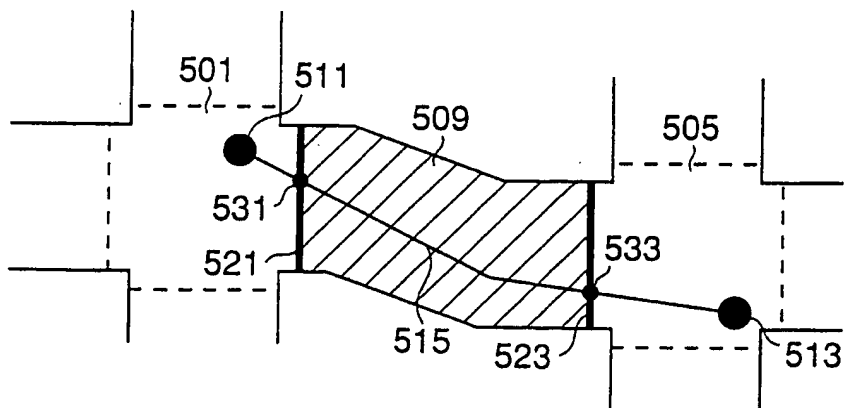


FIG.40

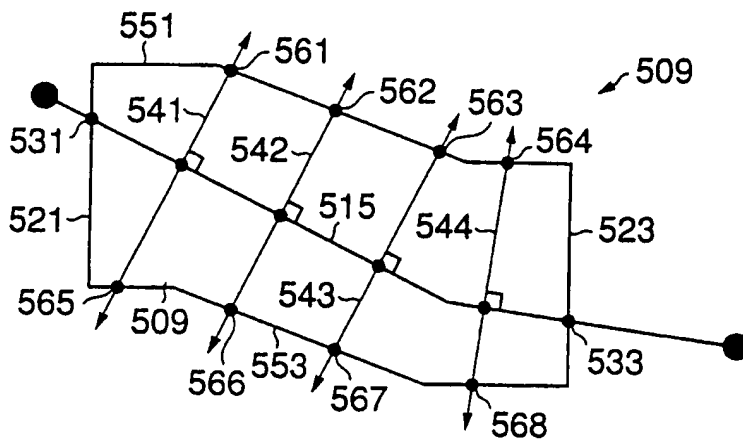


FIG.41

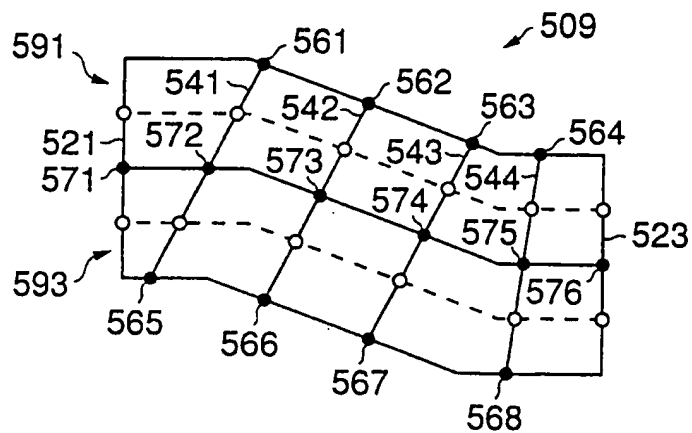


FIG.42

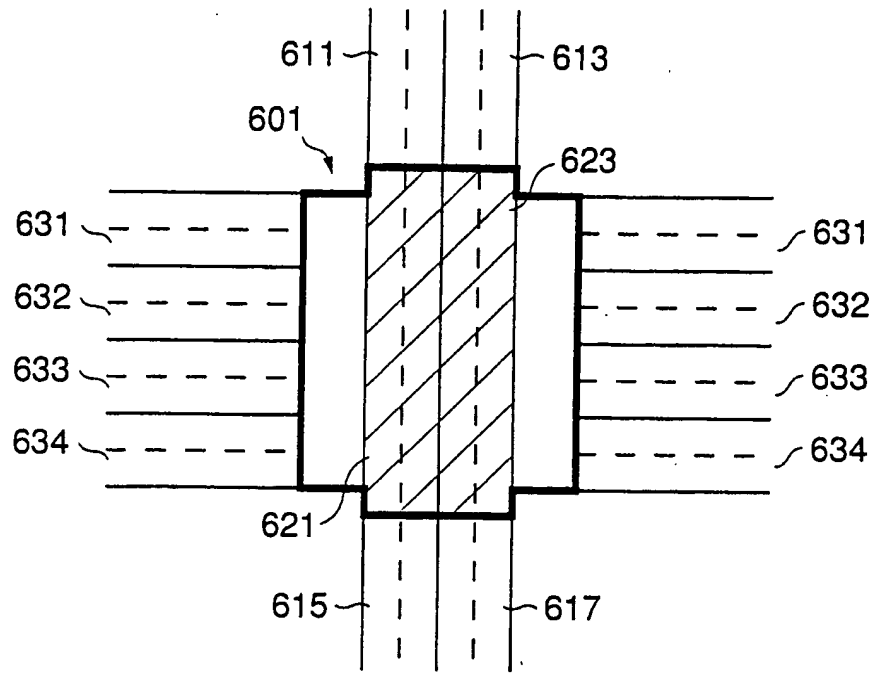


FIG. 43

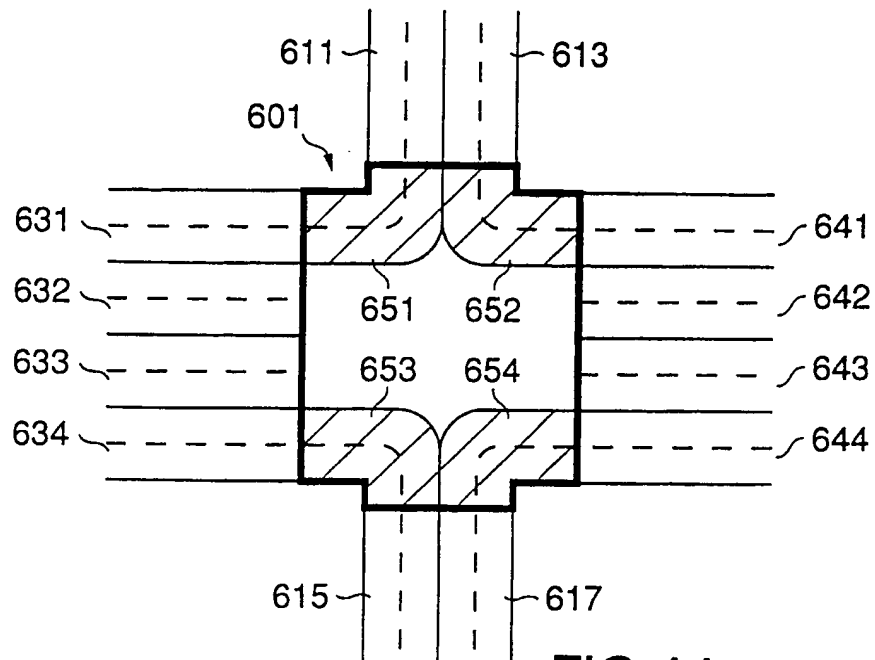


FIG. 44

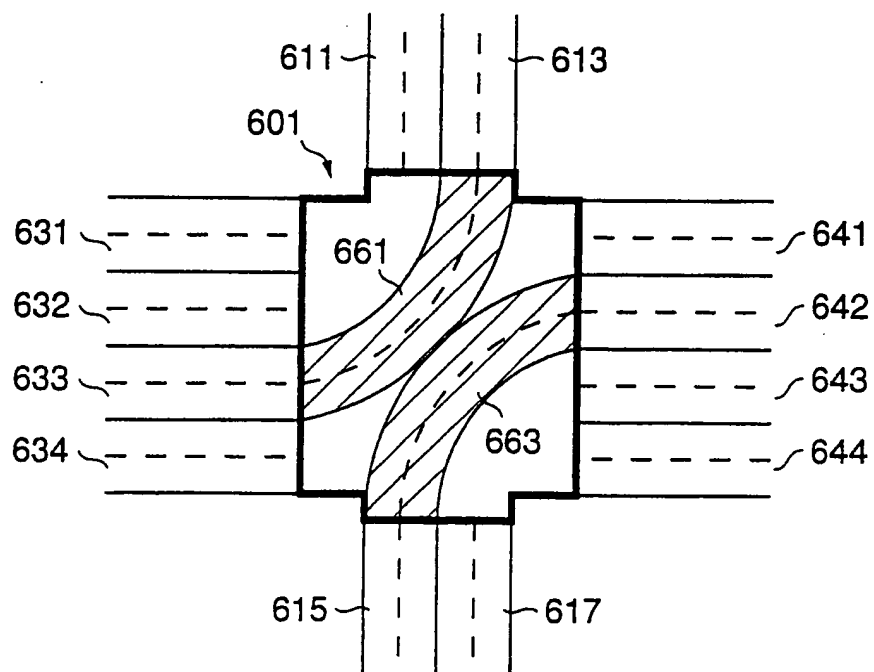


FIG. 45

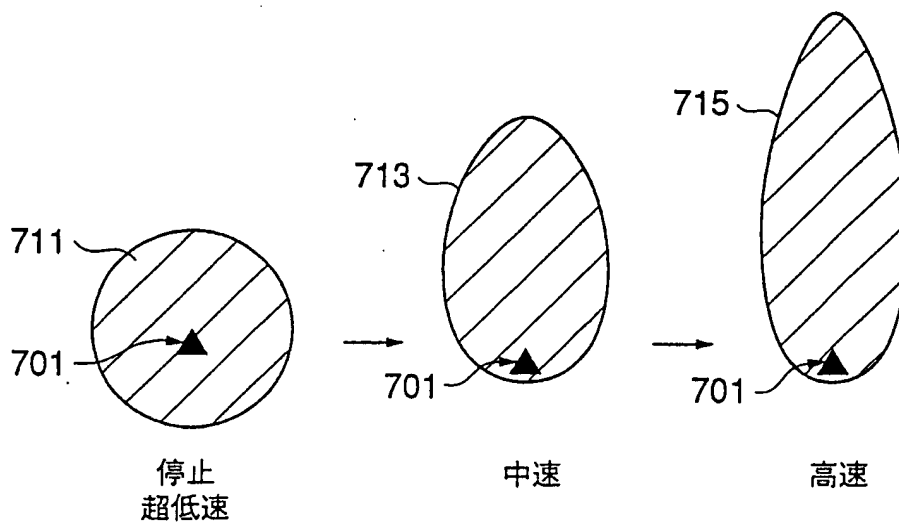


FIG. 46

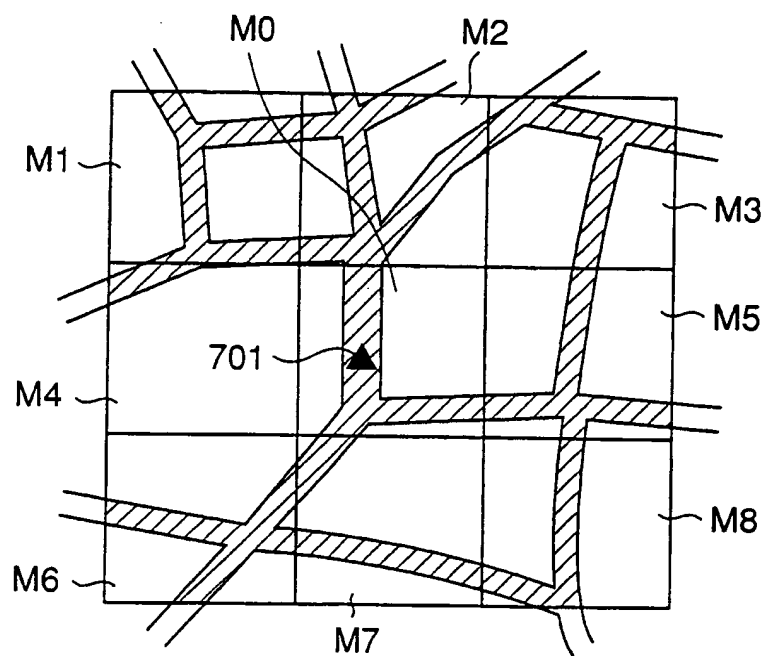


FIG.47

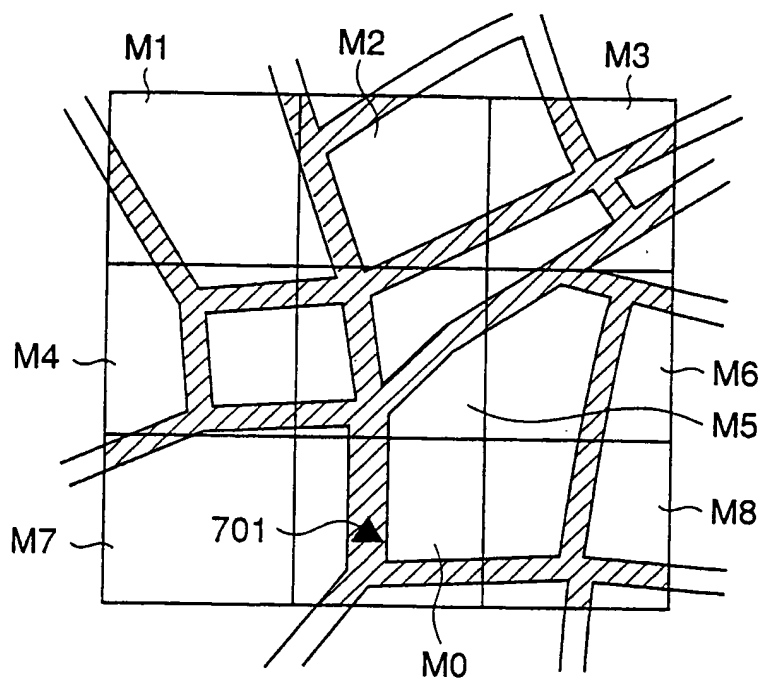


FIG. 48

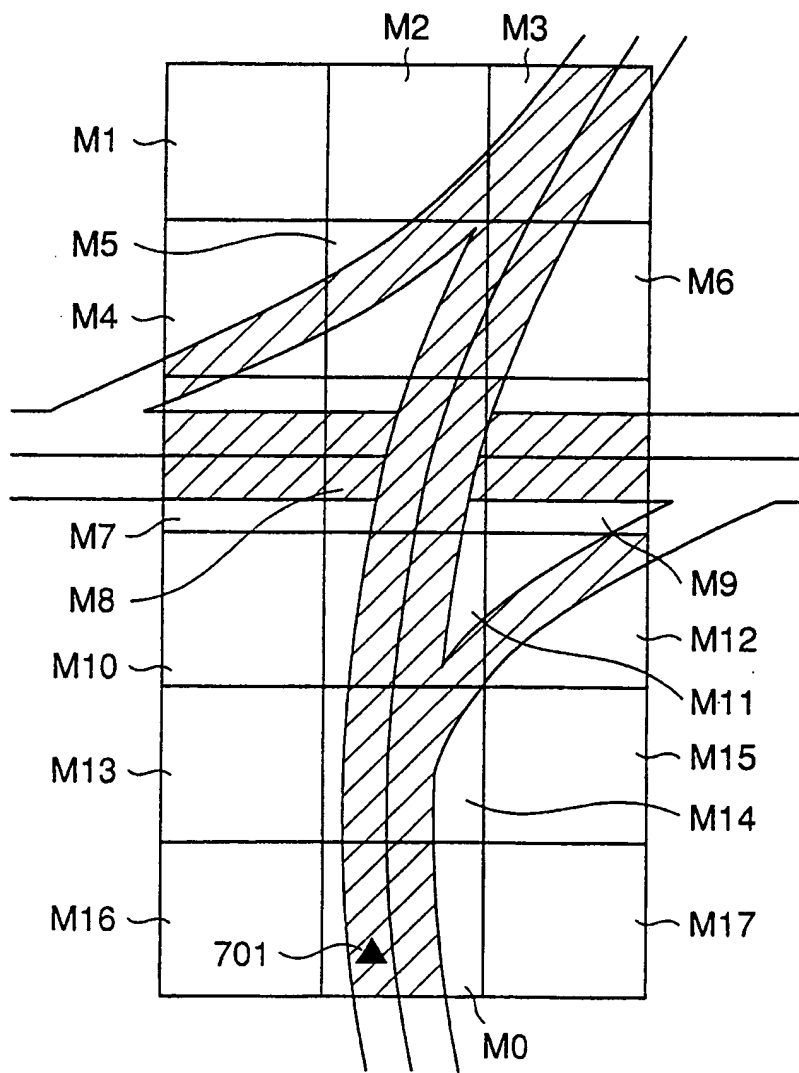


FIG. 49

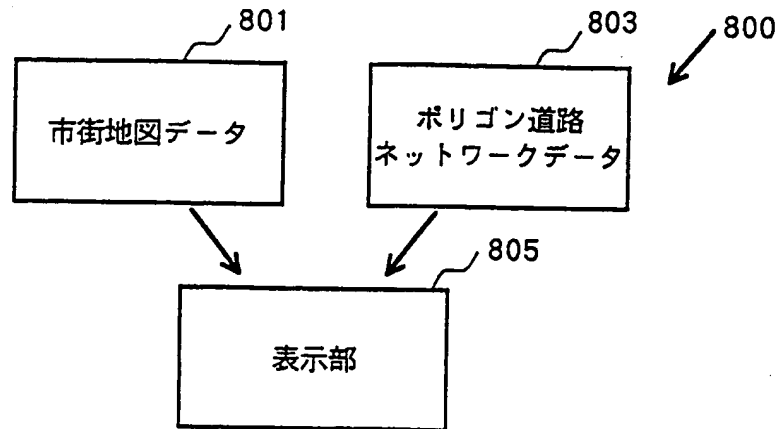


FIG.50

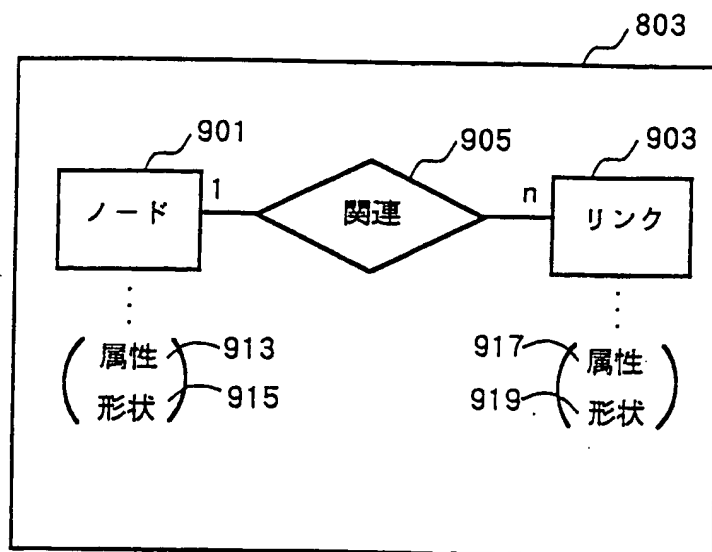


FIG.51

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00248

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G06T 1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G06T 1/00Int.Cl⁷ G09B 29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1996

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-2537, A (AISIN AW CO., LTD), 06 January, 1999 (06.01.99), page 5, column 8, lines 3-6 (Family: none)	17, 21, 25, 44, 45 , 47, 48, 49
X	JP, 63-39086, A (Casio Computer Co, Ltd.), 19 February, 1988 (19.02.88), (Family: none)	33, 36, 40

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
05 April, 2000 (05.04.00)Date of mailing of the international search report
18 April, 2000 (18.04.00)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00248

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: ※ see below
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
"Computer program product" corresponds per se a computer product.
※16, 26, 39, 41, 43, 49, and 50
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/00248

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G06T 1/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. G06T 1/00

Int. Cl. G09B 29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-1996年

日本国登録実用新案公報 1994-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-2537, A (アイシン・エイ・ダブリュ株式会社) 6. 1月. 1999 (06. 01. 99), 第5ページ第8欄第3 -6行&ファミリーなし	17, 21, 25, 44, 45, 47, 48, 49
X	JP, 63-39086, A (カシオ計算機株式会社) 19. 2 月. 1988 (19. 02. 88) &ファミリーなし	33, 36, 40

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 04. 00

国際調査報告の発送日

18.04.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岡本 俊威

5H

9178

電話番号 03-3581-1101 内線 3531

第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☒ 請求の範囲 ※（下記参照） は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
「コンピュータプログラム製品」とは、コンピュータ・プログラムそのものである。

※16, 26, 39, 41, 43, 49, 50

2. ☐ 請求の範囲 は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. ☐ 請求の範囲 は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。